



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CRISTIANE KLEBA LISBOA

**PEGADA ECOLÓGICA:
UM INDICADOR AMBIENTAL PARA LONDRINA – PR**

Londrina
2007

CRISTIANE KLEBA LISBOA

**PEGADA ECOLÓGICA:
UM INDICADOR AMBIENTAL PARA LONDRINA – PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação, em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientadora: Profa. Dra. Mirian Vizintim Fernandes Barros.

Londrina
2007

CRISTIANE KLEBA LISBOA

**PEGADA ECOLÓGICA:
UM INDICADOR AMBIENTAL PARA LONDRINA – PR**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mirian Vizintim Fernandes Barros
UEL

Profa. Dra. Neli Aparecida de Mello
USP

Profa. Dra. Rosely Sampaio Archela
UEL

Londrina, março de 2007.

***“Há o suficiente no mundo
para todos os homens, mas não
há o suficiente para a ganância
de poucos.”***

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à mãe natureza pela vida e as belezas do nosso planeta único;

À meus pais e irmãos, pelo exemplo, carinho e dedicação ao longo de minha vida;

Ao Charles, pela força, paciência e pelo seu amor tão imenso;

À família Ludovico, por todo o apoio e acolhida;

À Professora Mírian, pela orientação e pela sabedoria adquirida;

Ao Professor Omar, pelas idéias e conselhos;

Aos professores do Departamento de Geociências da UEL, que auxiliaram na evolução do meu conhecimento;

À CAPES, pelo auxílio financeiro;

Ao João do Inpe, pela simpatia e auxílio;

Ao Toninho, pela correção na madrugada;

E aos colegas e amigos que tornam minha vida mais alegre.

LISBOA, Cristiane Kleba. **Pegada Ecológica**: Um Indicador Ambiental para Londrina – PR. 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

Cada ser humano necessita de uma quantidade mínima de espaço natural para sobreviver e, ao desenvolver suas atividades, causa impacto sobre a Terra através dos recursos utilizados e dos desperdícios gerados. O conceito de Pegada Ecológica (*Ecological Footprint*), de William Rees e Mathis Wackernagel, permite mensurar a área utilizada bem como a magnitude do impacto causado pelo consumo dos seres humanos no meio natural, sendo uma importante ferramenta de avaliação da sustentabilidade urbana e qualidade de vida. A Pegada Ecológica configura-se em um indicador biofísico de sustentabilidade onde, através da análise integrada e sistêmica, é possível avaliar os impactos gerados por uma pessoa, cidade, país ou mesmo todo o planeta. Ela nos permite compreender a interdependência eminente entre o urbano e rural na escala global e nos demonstra que quanto maior é a “pegada” de uma cidade maior será o impacto ambiental que esta provoca fora de seus limites administrativos. Utilizando-se deste indicador calculou-se para a cidade de Londrina-PR a sua “pegada” em hectares, através de nove variáveis, qualitativas e quantitativas, analisadas a partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permitiu identificar e analisar os impactos por ela causados.

Palavras-chave: Pegada ecológica. Indicador ambiental. Londrina. SIG.

LISBOA, Cristiane Kleba. **Ecological footprint**: a environment indicator for Londrina – PR. 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

Each human being needs a minimum amount of productive natural space to survive and, when developing its activities, cause impact on the Land through the used resources and of generated wastefulnesses. The concept of *Ecological Footprint*, of William Rees and Mathis Wackernagel, allows to measure the area used as well as the magnitude of the impact caused for the consumption of the human beings in the natural way, being an important tool of evaluation of the urban sustainability and quality of life. The Ecological Footprint is configured in a biophysics indicator of sustainability where, through the integrated and systemic analysis, it is possible to evaluate the impacts generated for a person, city, country or exactly all planet. It in allows them to understand the imminent interdependence between the urban one and agricultural in the global scale and she demonstrates them that how much bigger is “footprint” of a bigger city will be the ambient impact that this provokes outside of its administrative limits. Using itself of this indicator the “footprint” in hectares was calculated for the city of Londrina-PR, through nine variable, qualitative and quantitative, and with aid of the Informational Geographic System (IGS), which had allowed to evaluate and identify the impacts for it caused.

Keywords: Ecological footprint. Environment indicator. Londrina. IGS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração da Pegada Ecológica	51
Figura 2 – Localização da Área de Expansão Urbana de Londrina – PR.....	70
Figura 3 – Organograma	81
Figura 4 – Carta de Vegetação de Londrina, 2004.....	93
Figura 5 – Carta da Concentração de Edificação em Londrina, 2004	95
Figura 6 – Carta de Uso do Solo de Londrina, 2004	96
Figura 7 – Carta de Restrição de Uso Urbano em Londrina, 2004.....	98
Figura 8 – Carta de Ocupação Ilegal do Uso do Solo em Londrina, 2004.....	99
Figura 9 – Carta da Concentração de Renda em Londrina, 2000	101
Figura 10 – Carta da Abrangência do Serviço de Coleta de Lixo em Londrina ..	103
Figura 11 – Carta da Rede de Esgoto Sanitário em Londrina, 2000	106
Figura 12 – Carta da Pegada Ecológica na Área Urbana de Londrina, 2004.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis mais utilizadas no método da PE e suas justificativas.....	52
Tabela 2 – Medida da Pegada Ecológica dos habitantes de Santiago em hectares por pessoa	65
Tabela 3 – Evolução da população residente do município de Londrina.....	72
Tabela 4 – Consumo médio de alimentos <i>per capita</i> ao ano em Londrina	84
Tabela 5 – Veículos Automotores em Londrina- 2004	86
Tabela 6 – Consumo de energia elétrica do município de Londrina	87
Tabela 7 – Abastecimento de água e Capacidade de produção diária do município de Londrina -2003	87
Tabela 8 – Coleta de Lixo Doméstico - Município de Londrina- 2002.....	88
Tabela 9 – Lixo Reciclável – 2002	88
Tabela 10 – Estimativa da Pegada Ecológica de Londrina.....	90
Tabela 11 – Total de áreas verdes de Londrina em hectares em 2004.....	92
Tabela 12 – Taxa de impermeabilidade da cidade de Londrina	94
Tabela 13 – Área em km ² das classes de Uso do Solo, 2006, de Londrina.....	94
Tabela 14 – Áreas de abrangência da coleta de lixo em Londrina	102

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –Variação da concentração média ao longo dos anos de dióxido de carbono na atmosfera em toneladas	25
Gráfico 2 –Tendência de crescimento da Pegada ecológica entre 1961 a 2003	56
Gráfico 3 –Pegada Ecológica por Região e Grupos financeiros, 1999	57
Gráfico 4 –Redução da Pegada Ecológica de Santa Mônica por Categoria	67
Gráfico 5 –Peso das Variáveis na Pegada Ecológica de Londrina	91

LISTA DE FOTOS E QUADOS

Foto 1	82
Foto 2	83
Foto 3	89
Foto 4	104
Foto 5	105
Foto 6	107
Quadro 1 – Programação em LEGAL da Pegada Ecológica de Londrina	109

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 A SOCIEDADE URBANA E A CRISE AMBIENTAL	15
1.1 URBANIZAÇÃO E A QUESTÃO AMBIENTAL.....	15
1.2 PARADIGMAS DA SOCIEDADE DE CONSUMO ATUAL	23
1.3 SUSTENTABILIDADE: UMA UTOPIA NECESSÁRIA.....	33
1.4 A CIDADE SUSTENTÁVEL	39
2 PEGADA ECOLÓGICA: INDICADOR BIOFÍSICO DE SUSTENTABILIDADE	43
2.1 INDICADORES AMBIENTAIS: MENSURAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA.....	43
2.2 PEGADA ECOLÓGICA: INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL	50
2.3 A PEGADA LOCAL: ASPECTO DE ESCALA.....	61
3 LONDRINA E SUA PEGADA ECOLÓGICA	69
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE EXPANSÃO URBANA DE LONDRINA	69
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	74
3.2.1 Cálculo da Pegada Ecológica da Cidade de Londrina	74
3.2.2 Cálculo da Pegada Ecológica Intra-Urbana de Londrina.....	78
3.3 A PEGADA ECOLÓGICA DE LONDRINA	82
3.4 PEGADA ECOLÓGICA INTRA URBANA DE LONDRINA	91
3.4.1 Espacialização da Pegada Ecológica de Londrina.....	107
CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
REFERÊNCIAS	117
ANEXOS	123

INTRODUÇÃO

Apesar dos alcances tecnológicos, econômicos e culturais, os seres humanos, como qualquer outra espécie, dependem da natureza. Estes se tornaram consumidores dominantes dos principais ecossistemas da Terra, fazendo com que os ecossistemas enfrentem grande pressão no que se refere à sua capacidade limitada em sustentar o atual nível de consumo material e as atividades econômicas, juntamente com o crescimento populacional.

Tais pressões exercidas no meio ambiente têm na sua maior parte origem nas cidades. Estas, resultado das intensas atividades antrópicas no meio natural, impactam de forma intensa o meio ambiente, e, de forma geral, não exercem a função de sustentar uma sociedade em equilíbrio com a natureza. Em seu metabolismo elas se apropriam de áreas muitas vezes maiores ao seu limite urbano para obterem os recursos necessários e dispõem os seus resíduos gerados, produzindo déficits ecológicos e grande pressão sobre os estoques de capital natural.

O movimento migratório rural-urbano que marcou a passagem da sociedade rural para a urbano-industrial em todo o planeta, trouxe transformações significativas na paisagem citadina. As formas de apropriação e convivência no espaço urbano denotam uma desordem na organização deste espaço. Certamente, isso se constitui um problema para o viver na cidade na medida que só está diante de um tipo de organização espacial que se caracteriza pela aglomeração (SANTOS, 1988).

Da urbanização como símbolo de civilidade e progresso tem-se passado para o questionamento sobre o desenvolvimento urbano. Novas considerações sobre o estudo da sustentabilidade das cidades têm surgido, entre elas a análise da cidade como sócio-ecossistema, onde o seu metabolismo é alimentado pelo fluxo de energia, circulação de matéria e importações de insumos e exportações de produtos contaminantes.

Os problemas ambientais são conseqüências da maneira como a sociedade se organiza e o uso que faz do solo. A sobrevivência da espécie humana depende da existência de alimentos, de uma fonte constante de energia, da capacidade dos vários resíduos que são produzidos serem absorvidos e, assim,

deixarem de constituir uma ameaça, bem como da disponibilidade de matérias-primas para os processos produtivos.

Diferentemente das demais espécies, as necessidades humanas são satisfeitas não apenas pelo consumo endossomático de energia (alimentação) que depende da biologia humana, mas também pelo uso exossomático, ou seja, o gasto energético com moradia, transporte, produção, os quais estão estreitamente relacionados ao modelo de desenvolvimento e a padrões culturais, não estando programadas biologicamente.

Como o consumo na sociedade atual tem aumentado significativamente, bem como a população mundial, surge o questionamento se o espaço físico terrestre é suficiente para nos sustentar. Para assegurar a existência das condições favoráveis à vida que ainda hoje existem, é necessário que a humanidade sobreviva de acordo com a capacidade de carga do planeta, ou seja, de acordo com o que a Terra pode fornecer e suportar e não com o que gostaríamos que fornecesse e suportasse.

O conceito de Capacidade de Carga, definido pela “máxima população (ou o máximo de consumo per capita) que pode suportar um habitat determinado sem alterar de maneira permanente a produtividade” (CATTON in: Barcelona, 1986), não é adequado para avaliar o consumo exossomático do ser humano. O conceito de Pegada Ecológica vem a ser mais apropriado, pois mensura a área utilizada e a magnitude do impacto de consumo dos habitantes de uma cidade, país ou do planeta.

A Pegada Ecológica passa a ser atualmente um importante instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. A medida da pegada de uma cidade quantifica o território circundante que dá suporte à vida urbana, pois cada ser vivo necessita de uma quantidade mínima de espaço natural para sobreviver. Esta análise considera que o ambiente da cidade não é só o seu entorno regional imediato, mas todo o ecossistema planetário global (MARTINEZ ALIER, 1999).

O conceito de Pegada Ecológica (*Ecological Footprint*), criado por William Rees e Mathis Wackernagel em 1993, permite calcular a área de terra produtiva necessária para sustentar o nosso estilo de vida. O cálculo da “pegada” tem se generalizado, inclusive fazendo parte de uma grande campanha da

organização canadense “*Redefining Progress*” e da WWF que impulsiona uma série de trabalhos e pesquisas relacionados à pegada ecológica em todo o mundo.

A idéia básica apresentada pelos autores é que todo indivíduo ou região, ao desenvolver seus diferenciados processos, tem um impacto sobre a Terra, através dos recursos usados e dos desperdícios gerados. Para chegar-se à Pegada Ecológica, calcula-se em hectares a quantidade de terra e água produtivas utilizada para a obtenção dos recursos que uma pessoa, cidade ou país consome, assim como para a absorção dos resíduos gerados, devendo ser, de maneira geral, menor do que sua porção de superfície ecologicamente produtiva.

Utilizando-se do indicador biofísico de sustentabilidade “Pegada Ecológica”, calculou-se para a cidade de Londrina o espaço que cada habitante ocupa para consumir os recursos naturais necessários à sua sobrevivência, através de Sistemas de Informação Geográfica - SIG, do cruzamento de dados censitários com os obtidos por meio da análise das imagens de satélite que cobrem a cidade de Londrina, permitindo avaliar os impactos gerados por esta cidade e, assim, sugerir medidas e políticas necessárias à sua sustentabilidade.

1 A SOCIEDADE URBANA E A CRISE AMBIENTAL

1.1 URBANIZAÇÃO E A QUESTÃO AMBIENTAL

A dicotomia entre a natureza e a sociedade, e, a análise dos processos que ambas desenvolvem em conjunto e de forma integrada, têm sido um grande desafio à ciência, especialmente à Geografia.

A transformação da natureza, que se dá à produção do espaço, é fruto das atividades humanas desenvolvidas pelo uso de variadas técnicas. De acordo com Santos (1978), a supremacia do racionalismo moderno teve contribuição para o afastamento do sujeito (homem) do objeto do conhecimento (natureza). A transformação da natureza, da primeira para a segunda, se dá pelo uso das técnicas e ferramentas como prolongamento do corpo humano. Assim, a sociedade coloca sua marca sobre a natureza.

Ainda de acordo com Santos, a natureza é vista pelo homem como um dado fixo do espaço, base para os processos de urbanização, objetos geográficos, que, como os objetos artificiais, tornam-se capital constante. A partir dessa transformação, o homem passa não só a modificar a natureza, como também produzir espaço. A forma de vida do homem é o processo de criação do espaço geográfico.

Hoje, a sociedade humana tem como seu domínio a Terra; o Planeta, todo ele é o habitat da sociedade humana. Na realidade, habitat e ecúmeno são, agora, sinônimos, cobrindo, igualmente, toda a superfície da Terra, pois o Planeta e a comunidade humana se confundem, num todo único (SANTOS, 1988, p. 91).

O homem como ser vivo depende do solo, do ar, da água e dos processos ecológicos como um todo. A qualidade ambiental do ambiente urbano interfere diretamente na saúde, bem-estar, emprego, recreação, cidades, vilas, indústria e agricultura. Os recursos ambientais (ecológicos e sociais) são, portanto, intimamente relacionados e interdependentes, determinando a qualidade de vida das pessoas.

Graças à tecnologia, que permitiu um salto gigantesco no desenvolvimento urbano, proliferaram-se os centros urbanos e megalópolis e a ocupação desordenada do espaço urbano rompe o equilíbrio entre potencialidades sócio-ambientais e as necessidades da população. O processo de urbanização, então, é responsável pela deterioração da qualidade ambiental nas cidades, que por sua vez, diminuem a qualidade de vida.

O processo de urbanização é um fenômeno que vem ocorrendo no mundo todo. Na segunda metade do século XX as cidades tornaram-se o local de moradia para 42% da população mundial. A população urbana mundial cresce em 70 milhões de habitantes todo ano, o que requer sempre maior demanda de eletricidade, gás, água, comida, madeira, metais e matéria-prima para infinitos equipamentos domésticos e industriais advindos de uma área maior que os limites administrativos da cidade.

Segundo Franco (2001), a explosão industrial e demográfica é fruto da aceleração da taxa de consumo de combustíveis fósseis pela população e responsável pelo crescimento da expansão urbana. Ainda de acordo com o autor, a fragmentação funcional da cidade provoca de maneira imediata a dissolução do campo; representa a efetiva disparidade de cidade e campo, transforma todos os cidadãos em potenciais e involuntários agentes do desperdício energético.

O fenômeno histórico do crescimento urbano e expansão de megacidades não pode ser analisado ou entendido como um problema isolado, demográfico ou ambiental. As altas taxas de crescimento populacional causadas por migração interna, as megacidades espalhadas e ocupando um grande espaço geográfico e as conseqüentes questões ambientais – ar poluído, água suja e condições sanitárias insatisfatórias – são sintomas de um processo profundamente enraizado de desenvolvimento capitalista moderno, baseado na industrialização.

Atualmente, todo o planeta consiste em uma zona de influência das grandes cidades, que extraem dele seus recursos e nele despejam seus dejetos. As enormes quantidades de energia da qual se utilizam as cidades e a poluição que essas produzem freqüentemente têm profundos impactos em terras distantes em virtude das largas proporções que atingem. O mais preocupante é a voracidade com que as cidades consomem os recursos naturais apesar da ciência e da indústria tratarem de assegurar a produtividade da terra que abastece as cidades aplicando soluções tecnológicas.

De acordo com Barros (1998), ao construir cidades os homens inserem enorme quantidade de novos materiais e equipamentos no ambiente natural, originando um novo ambiente. A intensidade das alterações empreendidas no ambiente precedente será razão direta da qualidade e quantidade de elementos nele introduzidos.

As áreas urbanas não causam somente impactos ambientais locais como também causam, em grande escala, aumentando as chamadas “Pegadas Ecológicas” (WACKERNAGEL; RESS, 1996). Os problemas ambientais causados pela urbanização tendem a piorar com o crescimento dos níveis de renda da população. Os mais evidentes são os altos níveis de uso de energia e os crescentes índices de consumo e de produção de resíduos. Habitantes das áreas urbanas são extremamente dependentes dos combustíveis fósseis e da eletricidade, e as cidades mais abastadas tendem a utilizar mais energia e a produzir mais resíduos.

Contudo, desde o início da tomada de consciência sobre os problemas ambientais até o momento presente, a discussão da temática ambiental evoluiu muito. A relação sociedade meio ambiente, tema pouco abordado nas discussões iniciais sobre a problemática ambiental, começou a ser observada de maneira mais crítica e a própria concepção do problema passou para uma forma mais globalizada e menos localizada. Essa reflexão sobre a crise ecológica moderna em nível mundial, leva ao surgimento de novas alternativas de relacionamento da sociedade contemporânea com seu ambiente, procurando reduzir os impactos que ela produz sobre o meio que a cerca. (BELLEN, 2005).

Enquanto as primeiras manifestações de alarme expressas no Clube de Roma, nos anos 70, enfatizavam a insuficiência de recursos naturais, trabalhos científicos mais recentes destacam graves desequilíbrios ecológicos provocados por poluição industrial (destruição da camada de ozônio, efeito estufa, elevação do nível da água nos oceanos, aquecimento das temperaturas). Isso demonstra que os “milagres” da técnica e da tecnologia começaram a dar mostras de falhas. Ao mesmo tempo demonstra que cresce cada vez mais o número daqueles que passam a ter consciência dos efeitos perturbadores da atividade humana e do progresso técnico.

“Com o crescimento populacional e o desenvolvimento tecnológico, a apropriação dos recursos naturais é cada vez maior, bem como a interferência do homem nos ambientes naturais, o que gera uma quantidade cada vez maior de resíduos que prejudicam a qualidade ambiental criando a necessidade de tratar, proteger e explorar mais racionalmente os recursos da natureza ” (BARROS, 1998, p. 6).

A cidade moderna possui características próprias e se difere muito de suas periferias. Elas possuem a concentração de poder e dinheiro e financiam a transformação da matéria-prima em produtos de consumo transcendendo a natureza e estabelecendo grandes pressões sobre as áreas produtivas, comprometendo a quantidade e a qualidade das mesmas. Induzidas pelos padrões de consumo e pelo metabolismo das atividades humanas, as cidades se sustentam à custa da apropriação dos recursos de áreas muitas vezes superiores à sua área urbana, produzindo um déficit ecológico.

As alterações no ambiente natural introduzidas pelo homem como: retirada de cobertura vegetal, erosão dos solos, desertificação, introdução de novas formas de relevo, concentração de edificação, concentração do escoamento superficial, desflorestamento para atender à demanda de combustível, lançamento concentrado e acúmulo de partículas e gases na atmosfera, e produção de energia artificial, modificam profundamente os elementos naturais como o clima, o ar, a vegetação, o relevo e a água.

A utilização de biomassa como combustível causa a poluição atmosférica no ambiente urbano, além de outros efeitos, como a poluição de cursos d'água, lagos e águas costeiras causados por efluentes não tratados, os quais podem ser sentidos além dos limites das cidades. Esta poluição afeta a saúde da população urbana, bem como causa impactos na vegetação e no solo a uma distância considerável.

Pode-se atribuir esses problemas à incapacidade da espécie humana, por meio de padrões de consumo, estilos de vida e modelos de desenvolvimento econômico impostos pelos países desenvolvidos, em reconhecer que a luta pela sobrevivência e prosperidade não considera o impacto que causa nas demais formas de vida, e que só existe um planeta Terra do qual todas as espécies dependem para a sua perpetuação e sobrevivência.

A tecnosfera, limite da vida urbana moderna, se estabeleceu sem considerar a necessidade de conservar intacta a biosfera da qual dependem definitivamente os seres vivos. O apetite das cidades por matérias-primas e também a grande quantidade de resíduos que despejam levam à pergunta se é possível um mundo urbanizado ser ecologicamente viável.

Para a Geografia, a compreensão da relação sociedade-natureza defende uma abordagem sistêmica e que vê o homem como ser integrante e interagente do meio, do ecossistema ou mesmo do geossistema. A partir deste enfoque, a cidade pode ser também interpretada como um ecossistema ou pólissistema.

Tal como um lago ou uma floresta, o ecossistema urbano transforma energia (eletricidade, combustíveis fósseis, trabalho humano) e materiais (madeira, aço, informação etc.) em produtos consumidos ou subprodutos (resíduos). O impacto da atividade humana sobre o meio ambiente é ressaltado mostrando-se a dinâmica desse sistema, ou seja, o movimento de materiais e pessoas e os locais onde a energia é armazenada ou gasta.

Entender a cidade como ecossistema permite a cada indivíduo perceber seu impacto cumulativo sobre ela. A utilização do conceito de ecossistema é um instrumento importante para a compreensão do ambiente urbano, pois oferece uma estrutura para a percepção dos efeitos das atividades humanas e de suas inter-relações. As cidades como centro de consumo de alimentos, combustíveis, madeira, convivem com um grave problema de tratamento de seus dejetos. Os resíduos sólidos e tóxicos acabam muitas vezes em águas superficiais das cidades contaminando rios e águas subterrâneas.

Em 1971, Nicholas Georgescu-Roegen (apud VEIGA, 2005) lançou um alerta sobre o aumento da entropia¹. Baseado na segunda lei da termodinâmica, ele assinalou que as atividades econômicas gradualmente transformam energia em forma de calor tão difusas que são inutilizáveis. Para manter seu próprio equilíbrio, a

¹ Entropia pode ser definida, de uma forma mais simples, como “uma medida de energia indisponível em um sistema termodinâmico”. A energia existe em dois estados qualitativos: energia livre ou disponível (como um pedaço de carvão, que pode ser facilmente convertido em calor) e energia confinada ou indisponível (como a energia da água). Quando se queima um pedaço de carvão sua energia vai se dissipar na forma de calor e não pode mais ser utilizada. Ela foi degradada em energia indisponível e com isso aumentou a entropia do sistema. Entropia define-se também como medida de desordem de um sistema. Energia disponível tende sempre a converter-se em energia indisponível. Estes processos não podem ser revertidos sem interferência externa, e portanto, em um sistema fechado a entropia tende a crescer, até que toda sua ordem interna se converta em desordem.

humanidade tira da natureza os elementos de baixa entropia que permitem compensar a alta entropia que ela causa.

Segundo o autor, a natureza entrópica do processo econômico nos últimos duzentos anos viu-se de forma crescente e bastante ampliada pelo espetacular progresso científico-tecnológico. Este processo se deu fundamentado no uso de recursos de baixa entropia do estoque terrestre de modo crescente e irreversível.

Dado que estes recursos são finitos, este processo evidentemente chegará a um fim. “O fato é que quanto maior o grau do desenvolvimento econômico, maior deve ser a taxa de extração, portanto, mais curta se torna a expectativa de vida da espécie humana.” (ROEGEN, 1971, p.52 in: VEIGA, 2005) O autor acredita que a pressão antrópica levará o homem a descobrir outros meios de transformar energia e aponta como tendência a utilização da energia solar na substituição do estoque de baixa entropia.

Contudo, a consideração da lei de entropia tem como implicação que seria impossível o desenvolvimento compatível à preservação ambiental. De acordo com Furtado (1974), os processos produtivos, naturalmente, por razões estudadas pela física (segunda lei da termodinâmica), dissipam energia e degradam matéria, uma parte da qual pode ser efetivamente reciclada, mas não toda ela. Mais crescimento econômico significa necessariamente mais degradação, ou seja, crescimento mais acelerado implica em maior degradação.

A crise ambiental é o resultado do desconhecimento da lei (entropia), que desencadeou no imaginário economicista uma “mania de crescimento”, de uma população sem limites (LEFF, 2003, p. 21)

As cidades que degradam e destróem os recursos naturais dos quais dependem, são parasitas da biosfera: quanto mais avançadas tecnologicamente e maiores, mais exigem do campo circundante e maior o perigo de lesarem o hospedeiro do ambiente natural. Neste sentido a pergunta é: quão grande deve ser uma área para sustentar indefinidamente uma população com os níveis de vida e as tecnologias que atualmente utiliza?

A interferência do homem nos ambientes naturais gera uma quantidade cada vez maior de resíduos que prejudicam a qualidade ambiental. Algumas análises sugerem que as áreas urbanas são atualmente responsáveis por 80% das emissões de carbono, 75% do uso da madeira e 60% do consumo de água, sendo que ocupam uma área de apenas de 1 a 5% da paisagem terrestre, enfatizando a necessidade de tratar, proteger e explorar mais racionalmente os recursos da natureza (DIAS, 2002).

Dada a esperada dimensão do crescimento da população urbana nas décadas futuras, um crescimento contínuo da população urbana carente irá se apresentar como um desafio fundamental para a sustentabilidade mundial. A principal preocupação se refere ao desenvolvimento de megalópoles e de extensas áreas urbanas no mundo em desenvolvimento, devido à rapidez e à escala da urbanização e à incapacidade dessas cidades de prover habitação suficiente e serviços urbanos básicos.

Nesse sentido, o conceito de urbanização deve ser entendido enquanto processo permanente que impõe rupturas no tecido social, ou seja, mantém à margem do consumo e da cidadania um contingente cada vez mais elevado da população (SOUZA, 2000).

“Embora ecologicamente interligado, o mundo é socialmente fragmentado. E para os muitos mundos em que se divide o planeta pela desigualdade social entre classes e regiões, a questão da pressão agregada sobre os recursos ambientais se origina na desigual correlação de forças econômicas e políticas que regulam o acesso de classes e países à base do desenvolvimento” (ACSELRAD, 2001, p. 34).

O caso específico do Brasil distingue-se pela rapidez do seu processo de urbanização, refletindo-se na ocupação desorganizada do espaço urbano. Nos últimos 60 anos a população brasileira passou de rural para urbana e atualmente mais de 80% da população concentram-se em cidades. Estima-se que, entre 1960 e 1980, cerca de 30 milhões de pessoas deixaram as áreas rurais para viver nas áreas urbanas. O imenso contingente de imigrados da zona rural para a cidade, deve ser visto nos marcos da economia capitalista, como um processo

excluidor de uma grande massa populacional que contrasta com os poucos que detêm riqueza e poder, os quais determinam a construção do espaço urbano.

Na proporção que a urbanização se intensifica, a classe baixa da população é sempre a mais prejudicada com a piora da qualidade ambiental, pois o processo de produção do espaço é desigual em termos sociais. Segundo Davis (2006), “as favelas são o nicho da pobreza na ecologia da cidade e seus moradores têm pouca opção além de conviver com desastres ambientais”. Habitações informais em áreas de depósito de lixo tóxico, desmoronamento crônico do solo, áreas sujeitas a inundações, deixam grande parte da população mundial² frágil aos desastres naturais dos ambientes urbanos.

O principal desafio do desenvolvimento urbano é oferecer aos seus moradores, trabalho, moradia e condução sem causar grande impacto no meio ambiente. Os efeitos poluentes podem causar níveis tão elevados que induzissem à migração de moradores para outras cidades. O excesso de concentração, gerando congestionamentos, já leva empreendedores a instalarem as suas unidades industriais, comerciais de serviços ou de escritórios em outras cidades, reduzindo as oportunidades de trabalho, como acontece na cidade de São Paulo.

Uma melhor gestão ambiental urbana poderá ajudar a evitar efeitos negativos para o meio ambiente, particularmente se os governos instituem políticas urbanas claras como parte integral de suas políticas econômicas. No entanto, o crescimento urbano ainda não é bem administrado na maioria das áreas com rápida urbanização, o que causa severos problemas ambientais e de saúde, associados principalmente à pobreza.

A Agenda 21(1998), em seu capítulo 7, prescreve a necessidade do Planejamento Ambiental, afirmando que a redução da pobreza urbana só será possível mediante o planejamento e a administração do uso sustentável do solo. Este documento reconhece que o Planejamento Ambiental deve fornecer sistemas de infra-estrutura, ambientalmente saudáveis, que possam ser traduzidos pela sustentabilidade do desenvolvimento urbano, o qual está atrelado à disponibilidade dos suprimentos de água, qualidade do ar, drenagem, serviços sanitários e rejeito de lixo sólido e perigoso. Logo, o planejamento ambiental deverá promover tecnologias

² Os favelados, embora sejam apenas 6% da população urbana dos países desenvolvidos, constituem espantosos 78,2% dos habitantes urbanos dos países menos desenvolvidos; isso corresponde a pelo menos um terço da população urbana global. (DAVIS, 2006, p. 34)

de obtenção de energia mais eficientes, assim como fontes alternativas e renováveis de energia (fontes de energia solar, hídrica e eólica), e sistemas sustentáveis de transporte.

De acordo com Hogan (2001), é preciso conhecer os hábitos e a dinâmica das populações para implementar políticas públicas que possam levar ao desenvolvimento sustentável pensando nos diferentes grupos populacionais e a maneira como utilizam os recursos naturais. Ou seja, a forma como convivem, harmoniosamente ou não, com a natureza. Os recursos vêm de vários lugares, mas para mudar hábitos e orientar ações o trabalho tem que ser feito na esfera local: “pensar globalmente e agir localmente”.

1.2 PARADIGMAS DA SOCIEDADE DE CONSUMO ATUAL

O modelo da sociedade de consumo atual possui um caráter insustentável. A produção industrial capitalista exige uma expansão constante, sem limites, acelerando o tempo próprio do processo produtivo (tempo histórico) de forma incompatível com o tempo (biológico-geológico) que requer a natureza para sua reprodução. Segundo Alvater (1995), a possibilidade de um colapso do sistema ecológico global com conseqüências sociais é imprevisível.

Sendo o sistema em que vivemos consumista, este tende a produzir cada vez mais e criar o consumidor pela sua produção. Produção esta consumista e também depredadora, pois depreda a natureza tornando os seus recursos escassos e gerando a crise sócio-ambiental. Esses fatores colocam em questão a lógica do sistema e o próprio sistema, os quais já foram evidenciados há décadas.

“Uma sociedade na qual o consumo tem de ser artificialmente estimulado a fim de manter a produção em andamento, é uma sociedade fundada sobre lixo e desperdício, e uma sociedade assim é uma casa construída sobre areia” (SAYERS, 1965, p.12).

Na última metade do século XX, o desenvolvimento das atividades humanas provocou uma crise ecológica sem precedentes na história do planeta. A

manifestação mais evidente da crise é o aquecimento global resultante das altas concentrações de gases causadores do efeito estufa na atmosfera, reduzindo a camada de ozônio que protege nosso planeta dos raios ultravioletas. O efeito estufa gerado pela natureza é imprescindível para a manutenção da vida sobre a Terra. Se a composição dos gases raros for alterada, para mais ou para menos, o equilíbrio térmico da Terra sofrerá conjuntamente.

O último relatório de avaliação do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2007), calcula que a temperatura média do planeta subirá de 1,8°C a 4°C até 2100, provocando um aumento do nível dos oceanos de 18 a 59 cm, inundações e ondas de calor mais freqüentes, além de ciclones mais violentos durante mais de um milênio. O documento de 21 páginas - o mais importante a respeito do aquecimento global - traça um quadro preocupante sobre o futuro do planeta caso não sejam adotadas as medidas adequadas. De acordo com os especialistas do IPCC, o aquecimento do planeta se deve, com 90% de chance, às emissões de dióxido de carbono provocadas pelo homem (Folha de São Paulo, 2 de fevereiro de 2007).

As evidências de aceleração da mudança climática vêm, sobretudo, de estudos geofísicos, como os que evidenciam o derretimento de geleiras e gelo marinho no Ártico e aceleração do fluxo de geleiras na calota polar da Antártida ocidental. Além disso, há previsões de que nos próximos 30 anos, a energia fóssil do petróleo encontrará um limite extremamente perigoso, por isso se torna necessário buscar alternativas energéticas ou o modelo montado sobre esta energia entrará numa crise sistêmica.

A cada ano cerca de 6 bilhões de toneladas de CO₂ são lançadas na atmosfera do planeta (IPCC, 2001). A queima intensa e descontrolada de combustíveis fósseis e do desflorestamento, a derrubada de árvores, provocam o aumento da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera pela queima e também por decomposição natural. Uma menor quantidade de árvores significa menos dióxido de carbono sendo absorvido.

Apesar de alguns cientistas apontarem como um processo natural na evolução geológica do planeta, já está comprovado que as emissões de gás carbônico e metano estão entre as principais causas antropogênicas responsáveis pelo progressivo aquecimento do planeta desde a era industrial. As emissões de

CO₂, que contribuem para o aquecimento global, foi um dos índices que mais cresceram, aumentando mais de dez vezes entre 1961 e 2003.

Estima-se que em 1850 (época da disseminação da Revolução Industrial), a quantidade de CO₂ na atmosfera era de 270 ppm, hoje, essa quantidade é de aproximadamente 400 ppm, um aumento de 38%, como demonstrado no gráfico 1.

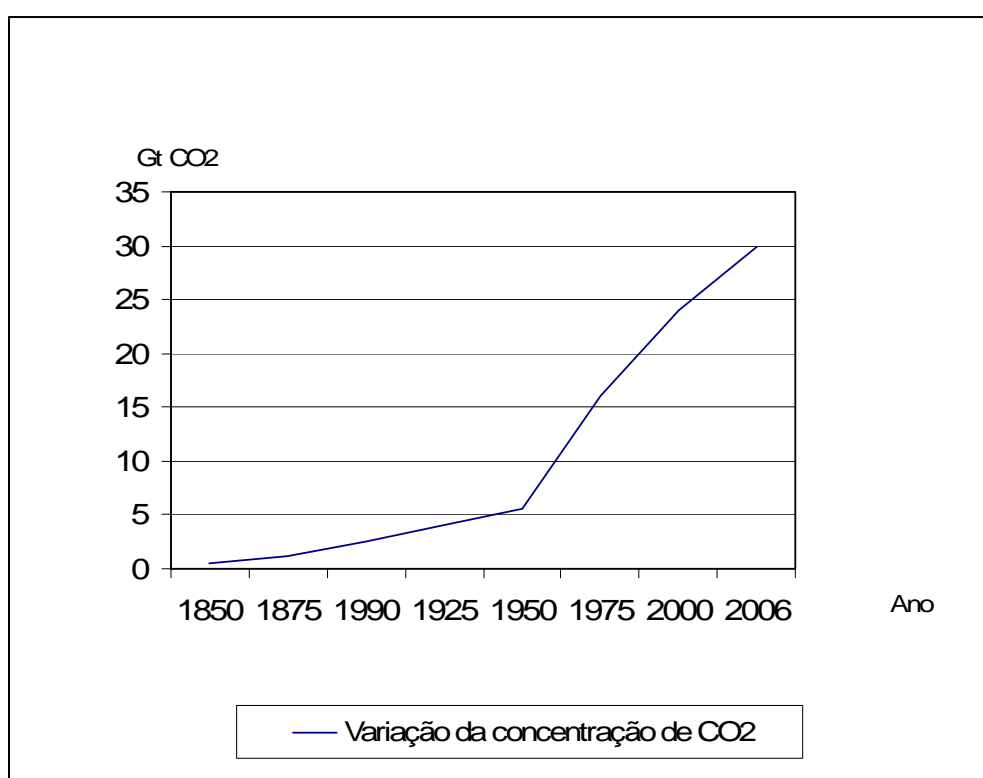


Gráfico 1 – Variação da concentração média ao longo dos anos de dióxido de carbono na atmosfera em toneladas

Fonte: IPCC (2007)

O aumento da emissão de gases, particularmente o dióxido de carbono, tem causado preocupações ambientais crescentes de vários organismos e instituições que buscam soluções diplomáticas para resolvê-lo, como o Protocolo de Kyoto estabelecido em 1997. Este Protocolo é um tratado internacional cujo objetivo principal é conseguir que, entre 2008 e 2012, os países desenvolvidos reduzam em 5% suas emissões de gases causadores do efeito estufa em relação ao nível de emissões de 1990.

Apesar de 84 países terem firmado e 119 ratificado o Protocolo, a negativa dos Estados Unidos, responsáveis por 25% das emissões desses gases, fez com que o poder de ratificação perdesse força e importância. Devido aos interesses econômicos de alguns países, a eliminação do efeito estufa global é dificultada, o que ocasiona o aquecimento da temperatura mundial aumentando e contribuindo para variações climáticas globais.

De acordo com o último relatório do economista Nicholas Stern, *“Aspectos Econômicos das Alterações Climáticas”, 2006*, se não forem tomadas medidas para a redução das emissões, a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera poderá atingir o dobro do seu nível pré-industrial já em 2035, sujeitando praticamente a uma subida de temperatura média global de mais de 2°C. A longo prazo, há uma possibilidade de mais de 50% de a subida de temperatura vir a exceder os 5°C. Esta subida seria de fato muito perigosa; é equivalente à mudança das temperaturas médias desde a última era glacial até ao presente. Uma tal mudança radical na geografia física do mundo tem de resultar em alterações importantes na geografia humana – o local onde as pessoas vivem e o seu modo de vida.

Utilizando resultados de modelos econômicos formais, o relatório de Stern calcula que, se não houver medidas rápidas, o total dos custos e riscos das alterações climáticas será equivalente à perda anual de, no mínimo, 5% do PIB global, a partir de agora e para sempre. Se for levado em conta uma série de riscos e impactos mais amplos, as estimativas dos danos poderão aumentar para 20% ou mais do PIB.

As alterações climáticas afetarão os elementos básicos da vida das pessoas em nível mundial – acesso à água, produção de alimentos, saúde e ambiente. Centenas de milhões de pessoas poderão sofrer de fome, de faltas de água e de inundações costeiras à medida que o mundo vai aquecendo.

Segundo o relatório *“Living Planet Report, 2006”*, da WWF, o consumo insustentável da sociedade atual está levando a um declínio considerável das populações de espécies de animais, em razão da degradação ou completa destruição de seus habitats. Em média, as populações de espécies terrestres caíram 30% no período de 1970 a 2003, mas a queda foi muito mais acentuada nas regiões tropicais, onde chegou a 55%. Segundo o documento, tal processo ocorreu em razão do desmatamento acentuado nessas áreas para dar lugar a áreas de cultivo e

criação de gado. O Brasil, devido ao grande número de focos de queimadas, é o quarto país do mundo hoje em volume de emissões de CO₂.

O relatório destacou que as mudanças climáticas que o planeta enfrenta nas últimas décadas deverão aumentar em até 20% a escassez global de água. Ainda que estas transformações provoquem mais chuvas em algumas áreas, muitas regiões tropicais e subtropicais possivelmente terão uma quantidade menor e mais irregular de chuvas. Fato este possível de ser observado na seca que enfrentou a Amazônia no verão de 2005/ 2006. Serão cada vez mais freqüentes as condições meteorológicas extremas, com probabilidade de inundações, secas, tufões e ciclones. O nível de água nos rios diminuirá e, como consequência, a poluição aumentará.

Atualmente a irrigação da agricultura corresponde a 70% do total da água utilizada pelo homem, quantidade que aumentará em cerca de 14% nos próximos 30 anos. Até 2030, 60% de todas as terras potencialmente irrigáveis serão exploradas. O uso industrial, por sua vez, corresponde a 22%, mas chegará a 24% em 2025.

Aproximadamente 8% de toda a água consumida no mundo vêm do uso doméstico, boa parte deste volume corresponde aos maus hábitos de manter torneiras abertas durante escovação dos dentes, lavar calçadas com mangueira ou banhos demorados. Com o aumento da escassez, este desperdício torna-se ainda mais grave, especialmente em países em desenvolvimento, onde será significativo o aumento do uso de água para fins industriais (Bunyard, 2001).

Para responder as necessidades das populações em termos de comida, água, madeira, fibras e combustíveis, em pouco mais de cinquenta anos, o homem modificou o equilíbrio dos grandes ecossistemas com a superexploração dos recursos naturais. *“A degradação de nossos ecossistemas está tão avançada que põe em risco o futuro da humanidade”*. Esta declaração foi extraída do relatório que 95 países realizaram após quatro anos de pesquisa sobre a égide da Organização das Nações Unidas.

“As ameaças da atual crise econômica e ambiental estão plantadas no modelo de desenvolvimento ainda hoje aceito, caracterizado por uma economia de opulência e desperdício no norte, e de pobreza, desigualdades e necessidades prementes de sobrevivência a curto prazo no sul” (AGENDA 21, p.10).

É estimado que 60% dos ecossistemas atuais estão fortemente ameaçados, comprometendo a função reguladora das florestas, savanas e oceanos indispensáveis à nossa sobrevivência, pois, purificam o ar, fornecem água doce, as reservas pesqueiras, os medicamentos, estabilizam o clima, limitam a erosão dos solos e o impacto das catástrofes naturais.

O neoliberalismo determinou uma mudança profunda nas estratégias de desenvolvimento, pois é uma doutrina centralizada na economia de mercado globalizado, com ênfase no consumo imediato, nas políticas de ajuste estrutural que diminuem o papel do estado, na privatização da economia, na competitividade sem solidariedade e na internacionalização dos processos econômicos, políticos e socioculturais. Nosso estilo poluidor e consumista de vida, não é fruto da técnica, mas de um modelo econômico que tem de ser posto em causa (VEIGA, 2005).

De acordo com Gadotti (2000), os graves problemas socioambientais e as críticas ao modelo de desenvolvimento estão gerando na sociedade maior consciência ecológica nas últimas décadas. Embora essa consciência não tenha provocado mudanças significativas no modelo econômico e nos rumos das políticas governamentais, algumas experiências concretas apontam para uma sociedade sustentável em marcha.

A crise ecológica que está iniciando pode ser uma oportunidade para forçar as sociedades a mudarem suas trajetórias de desenvolvimento, que rumam diretamente para a insensatez. (ABRANCHES, 2006, p. 16).

Os limites do crescimento urbano são cada vez mais discutidos nas questões ambientais, apesar do tema de como alcançar a sustentabilidade das cidades modernas raras vezes ser considerado. Já é hora de analisar a relação, fundamentalmente parasita, entre as cidades e seu hóspede para encontrar uma relação viável entre ambos, ou seja, uma relação simbiótica, de apoio mútuo (GIRARDET, 1992).

SANTOS (1988), afirma que a natureza, subordinada pelo desenvolvimento técnico-científico que engendrou, por meio de novas tecnologias, novos tempos, promoveu uma transformação não só das formas como também dos processos naturais. Essa transformação implica, pois, em uma necessidade de

repensar a concepção de natureza, onde uma leitura em separado desta e da sociedade não seria mais factível.

Leonardo Boff (1998), acredita que a era do *tecnozóico* está acabando e a era do *ecozóico* está iniciando. De uma civilização tecnológica que trouxe tantos conhecimentos e comodidades, mas simultaneamente produziu tantas destruições e ameaças, para uma civilização ecológica, na qual a ciência e a técnica são incorporadas num modelo de desenvolvimento que se faz com a natureza e nunca contra ela.

Diante da degradação da vida no planeta, chega-se a uma verdadeira “encruzilhada”, e, há dois caminhos possíveis para buscar o sentido da existência humana em relação com a Terra: a) o *Tecnozóico*, que coloca toda a fé na capacidade da tecnologia de nos tirar da crise sem mudar nosso estilo poluidor e consumista de vida; b) o *Ecozóico*, fundado numa nova relação saudável com o planeta, reconhecendo que somos parte do mundo natural, vivendo em harmonia com o universo, caracterizado pelas atuais preocupações ecológicas.

A tradição ocidental acentuou a visão darwiniana de que “a vida em sociedade é uma batalha competitiva pela existência”, crendo “num progresso material sem limites a ser alcançado através do crescimento econômico e tecnológico”. Ter uma consciência ecológica significa olhar o mundo de outra forma, pensar em termos de relações de encadeamentos “das hierarquias para as redes cooperativas” (comunidades de aprendizagem), “das estruturas para os processos” (CAPRA, 1993).

“A crise ecológica não é apenas resultante da crise do sistema econômico, mas também da crise de paradigmas, de uma compreensão que temos de nossa relação com a realidade, com a Terra, com o cosmos” (CAPRA, 1993, p. 18).

Este novo paradigma coloca em questão o velho modelo racionalista da cultura ocidental e cartesiana. Além da crítica ao *irracionalismo* da razão surge uma pedagogia fundada num *novo paradigma*: a ecopedagogia. O “paradigma emergente” está sustentado em novas categorias interpretativas: passou-se de uma concepção mecanicista para uma visão holística e ecológica que obriga a pensar o

mundo do ponto de vista das relações e integrações e não a partir de entidades isoladas (GADOTTI, 2000).

Segundo Gadotti (2000), o ecologismo foi pioneiro na extensão do conceito de cidadania no contexto da globalização e também na prática de uma cidadania global. Porém, a cidadania planetária não pode ser apenas ambiental, já que existem agências de caráter global com políticas ambientais que sustentam a globalização capitalista. A concentração de renda provocada pela globalização capitalista é, em si mesma, um empecilho ao desenvolvimento de uma cidadania planetária.

“Se hoje formamos redes de redes no emaranhado da comunicação planetária da Internet, isso foi possível graças ao uso tanto da imaginação, da intuição, quanto da razão, pelo gigantesco e sofrido esforço humano para descobrir como podemos viver melhor neste planeta, como podemos interagir com ele. Fizemo-no de forma equivocada, é verdade. Consideramos-nos superiores pela nossa racionalidade e exploramos a natureza sem cuidado, sem respeito por ela. Estamos aprendendo.”
(GADOTTI, 2000, p. 151).

A globalização em si não é problemática, pois representa um processo de avanços sem precedentes na história da humanidade. O que é problemático é a globalização competitiva, na qual os interesses do mercado se sobrepõem aos interesses humanos, e os interesses dos povos se subordinam aos interesses corporativos das grandes empresas multinacionais. Porém, entre o estatismo absolutista e a mão invisível do mercado, pode existir – e existe – uma nova economia de mercado em que predominam a cooperação e a solidariedade e a não competitividade selvagem, uma “economia solidária” (SINGER, 1996).

Gutiérrez (1999, in: GADOTTI, 2000) afirma que uma nova forma de significar o mundo supõe novos modos de pensar, de ser, de sentir, de agir e supõe novos valores e novos comportamentos. Enquanto o paradigma clássico racionalista, com sua lógica mecanicista, nega a subjetividade e, em nome do progresso, “saqueia a natureza e mata a vida”, o novo paradigma “caracteriza-se pela promoção de uma lógica relacional”.

Grandes empresas continuam produzindo e consumindo como se a Terra fosse inesgotável e estes limites possivelmente irão aflorar no momento em

que a crise ambiental atingir todas as pessoas, isto é, quando perceberem, por exemplo, que dentro de pouco haverá uma crise mundial da água potável, do clima, da flora e da fauna. Nações do mundo inteiro farão (e já fazem) guerras devastadoras para garantir acesso aos recursos naturais. Esse fato despertará a consciência ecológica podendo fazer nascer uma nova sociedade.

Contudo, existem alternativas para enfrentar a crise ambiental, que vão desde a utilização de energias limpas, manejo sustentável dos recursos naturais e, acima de tudo, uma mudança de paradigma que despertará a consciência ecológica e a solidariedade da humanidade. A globalização cooperativa poderá superar a atual fase da globalização competitiva, sob o signo da ética e do senso da compaixão universal para “garantir o futuro do sistema-Terra” (BOFF, 1998).

Porém, alternativas precisam ser melhor definidas, por exemplo, para substituir 40% do petróleo utilizado hoje em dia no mundo por biodiesel, produzido a partir de produtos vegetais, será necessário multiplicar por três a extensão das terras cultivadas atualmente, “algo totalmente impossível e contra-producente para a economia mundial” (O`CONNOR, 2003). Os hábitos alimentares também precisam ser repensados, como a redução no consumo de carne vermelha, que causa grande impacto ambiental através da fermentação dos alimentos nos estômagos do rebanho bovino que produz emissões de metano da ordem de 80 milhões de toneladas por ano na atmosfera.

A Carta da Terra tenta criar uma consciência dessa nova alternativa e propor uma discussão, primeiramente mundial, a qual já vem sendo realizada há vários anos, tendo inclusive sendo assumida pela Unesco. Este documento, já foi promulgado pela ONU (Organização das Nações Unidas) em 2002 e possui os mesmos direitos e valores que a Declaração dos Direitos Humanos.

A Carta da Terra é estruturada em quatro princípios fundamentais, detalhados em 16 proposições de apoio. Estes são os quatro princípios: (1) respeitar e cuidar da comunidade de vida; (2) integridade ecológica; (3) justiça social e econômica; (4) democracia, não-violência e paz. Nela, não só o ser humano é defendido, mas a Terra como um sistema e os ecossistemas e cada ser vivo são considerados como uma subjetividade que deve ser respeitada na sua autonomia, ganhando uma certa cidadania, pertencendo à dimensão da sociedade humana. Isto permitiria um novo estado de consciência global adequado a essa gravidade. O ser

humano se forçaria a rever atitudes, hábitos, assumir valores que criem uma função salvacionista: Salvar a Terra e a vida dentro dela.

“Os desafios que a humanidade está enfrentando só podem ser superados se todas as pessoas adquirirem consciência de sua interdependência global, se identificarem elas mesmas com um mundo mais amplo e decidirem viver de acordo com a responsabilidade universal.” (CARTA DA TERRA, 1999, p. 1-2)

Leonardo Boff coloca-se como um grande defensor da Carta da Terra e, a partir dela escreveu:

“O sonho coletivo proposto não é o ‘desenvolvimento sustentável’, fruto da visão intrassistêmica da economia política dominante. Mas ‘um modo de vida sustentável’ fruto do cuidado para com todo o ser especialmente para com todas as formas de vida e da responsabilidade coletiva face ao destino comum da Terra e da Humanidade. Este sonho propõe uma ética do cuidado que utiliza racionalmente os bens escassos para não prejudicar o capital natural nem as gerações futuras; elas também têm direito a um Planeta sustentável e com boa qualidade de vida” (BOFF, 2000, p.57).

Construir um paradigma produtivo alternativo, fundado na *produtividade ecotecnológica*, é possível segundo Henrique Leff (2002). Uma racionalidade ambiental, fundada nas condições ecológicas para aproveitar a produtividade ecológica dos ecossistemas e dar base de sustentabilidade aos processos de industrialização, deve integrar os processos ecológicos, que geram os valores de uso natural, com os processos tecnológicos que os transformam em valores de uso socialmente necessários por meio de produção e apropriação dos conhecimentos, saberes e valores culturais das comunidades para a autogestão de seus recursos produtivos.

De acordo com Capra (1982), é preciso abandonar a visão cartesiana de mundo onde os problemas são vistos separadamente, e adotar uma visão holística onde todas as partes estão integradas. Se ocorrer uma mudança de valores da sociedade, ou seja, uma mudança de paradigma que valorize a solidariedade e um comportamento sustentável, um outro mundo será possível.

1.3 SUSTENTABILIDADE: UMA UTOPIA NECESSÁRIA

No final dos anos 1960 e 1970 emergiu o movimento ambientalista e eclodiu o debate sobre as interações econômicas e naturais. A crítica ambiental fez com que a teoria econômica estabelecida se visse na necessidade de incorporar a problemática ambiental no processo de desenvolvimento. O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) surge, então, de um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação entre a sociedade civil e seu meio natural (BELLEN, 2005).

O Clube de Roma, um relatório conhecido como *The limits to grow* (Meadows et. Al. 1972), publicado em 1972, no mesmo ano em que foi realizada a conferência em Estocolmo sobre meio ambiente humano, ressaltou os problemas ambientais de escala global que aceleravam em forma exponencial. O relatório veio a romper com a idéia da ausência de limites para a exploração dos recursos da natureza, contrapondo-se à concepção dominante de crescimento contínuo da sociedade industrial.

Em 1980 o termo sustentabilidade foi utilizado pela primeira vez por um organismo privado de pesquisa, a Aliança Mundial para a Natureza (UICN), embora já tivesse aparecido em 1972 com o nome de *ecodesenvolvimento* por Ignacy Sachs na Conferência de Estocolmo. O termo *ecodesenvolvimento* foi colocado como alternativa da concepção clássica de desenvolvimento e foi um grande avanço na percepção do problema ambiental global na medida em que se começa a verificar a interdependência entre desenvolvimento e meio ambiente.

Em 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável apareceu no pioneiro manifesto *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como Relatório Brundtland, no qual Robert M. Solow, em sua contribuição na teoria do crescimento econômico, dizia que um desenvolvimento é duradouro quando "responde às necessidades do presente sem colocar em perigo as capacidades das gerações futuras para fazer o mesmo".

Vinte anos depois da reunião pioneira de Estocolmo, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Unced), realizada em 1992 no Rio de Janeiro, aumentou o grau de consciência sobre o modelo de desenvolvimento adotado mundialmente e sobre as limitações que este apresenta,

constituindo-se em um momento decisivo do projeto de institucionalização da problemática ambiental e o DS vem a ser a principal estratégia ganhando o estatuto de primeiro *time* na agenda política internacional (NOBRE, 2002).

Sob a perspectiva ecológica, a sustentabilidade se assenta em três princípios fundamentais: a conservação dos sistemas ecológicos sustentadores da vida e da biodiversidade; a garantia da sustentabilidade dos usos que utilizam recursos renováveis e manter as ações humanas dentro da capacidade de carga dos ecossistemas sustentadores. E os quatro fatores de ordem antropogênica que mais influenciam na sustentabilidade ambiental são: a poluição, a pobreza, a tecnologia e os estilos de vida. Por isso seu conceito é tão complexo e controverso, pois uma vez implantado, exigirá mudanças fundamentais na maneira de pensar, viver, produzir, consumir etc.

A noção de sustentabilidade se torna útil então, pois a humanidade precisa evitar tudo o que possa ocorrer em detrimento de seus descendentes. Não apenas dos mais diretos, mas também dos mais distantes. Só que isso significa a preservação da capacidade produtiva para um futuro indefinido, pela ilimitada substituição dos recursos não renováveis (VEIGA, 2005).

Atualmente o termo sustentabilidade virou modismo, mas sem uma compreensão clara do que significa, muitos a confundem com sustentação, com a qual tem similitudes, mas significados distintos. Sustentabilidade objetiva o atendimento às necessidades das gerações atuais, sem comprometer as gerações futuras. Já a sustentação, diz respeito à continuidade, permanência de um crescimento econômico baseado nos padrões de consumo atuais que comprometem a sustentabilidade.

Há convergência e concordância entre o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável à medida que para atender às necessidades das gerações futuras é preciso aumentar a oferta de bens e serviços. Os dois, no entanto, divergem quando se trata do impacto desse aumento de oferta de bens e serviços sobre o ambiente, seja natural, como social. O desenvolvimento sustentável requer o aumento da produção, mas não a qualquer custo ou em quaisquer condições, dados os impactos desses aumentos sobre o meio ambiente.

O próprio termo sustentabilidade converge com o termo desenvolvimento pois como sustentar o desenvolvimento se este é um processo econômico intrinsecamente ilimitado? A idéia da sustentabilidade (durabilidade)

requer uma limitação nas possibilidades do crescimento, por isso o desafio maior é implantá-la em uma civilização centrada na maximização do lucro que é o atual sistema capitalista.

A sustentabilidade, sobretudo, tem a ver com a relação do homem com a Terra (o planeta) em todas as suas dimensões. O ser humano retira da terra os recursos naturais para a sua condição de vida, seja para alimentação, como para produção dos bens, dos equipamentos e edificações que utiliza na sua vida cotidiana, ou para produzir os insumos intermediários ou as fontes de energia; também devolve parte desses recursos sob a forma de resíduos, rejeitos, dejetos e outros e altera as condições naturais para criar condições de mobilidade ou acessibilidade, ou ainda para instalar as suas moradias e unidades produtivas.

Para Murray Gell-Mann (1996, in VEIGA, 2005), o principal desafio para a humanidade é realizar um conjunto de sete “transições interligadas para uma situação mais sustentável no século XXI”.

- Em primeiro lugar, uma sustentabilidade maior, que, se puder ser alcançada, significaria uma estabilização da população global.
- Em segundo, práticas econômicas que encorajem a cobrança de custos reais, crescimento em qualidade em vez de quantidade, e a vida a partir dos dividendos da natureza e não do seu capital.
- Terceiro, uma tecnologia que tenha um baixo impacto ambiental.
- Quarto, é preciso que a riqueza seja de alguma forma mais equitativamente distribuída, especialmente para que a extrema pobreza deixe de ser comum.
- Em quinto, são imprescindíveis instituições globais e transnacionais mais fortes para lidar com problemas globais urgentes.
- Sexto, é fundamental um público mais bem informado sobre os desafios múltiplos e interligados no futuro.
- E sétimo – e talvez o mais importante e mais difícil de tudo -, o predomínio de atitudes que favoreçam a unidade na diversidade, isto é, cooperação e

competição não violenta entre tradições culturais diferentes e nações-Estados, assim como a coexistência com organismos que compartilham a biosfera com os seres humanos.

No cerne da discussão da sustentabilidade está o conceito de qualidade de vida, a qual pode ser definido como sendo o grau de prazer, satisfação e realizações alcançadas por um indivíduo no seu processo de vida. Quando a população extrapola a capacidade de suporte de uma região, a qualidade de vida diminui e a liberdade de escolha de estilo de vida é perdida.

A atividade econômica de qualquer geração não deixa de influenciar as gerações seguintes: os recursos terrestres em energia e materiais são irrevogavelmente degradados e se acumulam os efeitos nocivos das poluições sobre o ambiente. Por isso, um dos principais problemas ecológicos que se colocam à humanidade é o das relações entre qualidade de vida de uma geração a outra.

O desgaste da camada de ozônio, o aumento do efeito estufa e as perdas de biodiversidade são problemas globais em sua própria gênese e âmago. São três questões que explicam o cerne dos conflitos sociais sobre a sustentabilidade. Este cerne reside na dificuldade de preservar e expandir as liberdades de que as pessoas hoje desfrutam sem comprometer a capacidade das futuras gerações de desfrutar de liberdade semelhante ou maior, porém, o sonho de um capitalismo ecológico é insustentável.

O desenvolvimento sustentável deve ser economicamente eficiente, ecologicamente suportável, politicamente democrático e socialmente justo, mas como isso pode ser feito sob o modo de produção fordista, intrinsecamente insustentável, questiona Altvater (1995).

Para Gadoti (2000), o conceito de desenvolvimento é o mito inviável do capitalismo, não podendo ser estendido para todos pois ele sempre será injusto. A solução seria uma outra civilização baseada em outros princípios, em novos padrões de produção e consumo. Trata-se de consumir equilibradamente. Uma civilização da simplicidade implica uma profunda reeducação de nossos hábitos, principalmente dos hábitos de consumo. Esta concepção de desenvolvimento coloca em xeque o consumismo do modo de produção capitalista, principal responsável

pela degradação do meio ambiente e pelo esgotamento dos recursos materiais do planeta.

“Na era da globalização, o capitalismo está criando, em escala mundial, um ambiente favorável ao surgimento de alternativas políticas regressivas e antidemocráticas. [...] Enquanto aumenta o volume de brinquedos tecnológicos nas lojas, escasseiam o rio limpo para nadar ou pescar, o quintal com suas árvores, a fruta comida sem medo de química, o tempo disponível e os espaços de socialização informal” (GADOTI, 2000, p. 64- 65).

O neoliberalismo, fundado na lógica do mercado, predominante em muitos países, gerando desemprego, debilitando as políticas sociais do estado, é um modelo econômico que não resolve – ao contrário, agrava - a crise urbana e não leva em conta a idéia do desenvolvimento sustentável contida na Agenda 21, estabelecida na reunião das Nações Unidas em 1992, no Rio de Janeiro.

A utopia, então, é a alternativa encontrada por muitos autores os quais se fundamentam na idéia de que para haver um desenvolvimento sustentável teria de haver um desenvolvimento sem crescimento. É a idéia de “estado estacionário” dos teóricos do “crescimento zero” do Clube de Roma & de Herman Daly, segundo o qual a manutenção do homem não pode dar-se sob o crescimento econômico e sim sob um estoque de capital e de população constante (NOBRE, 2002).

“O crescimento da população e da produção não deve levar a humanidade a ultrapassar a capacidade de regeneração dos recursos e de absorção dos dejetos. Nos países do centro, tanto a produção quanto a reprodução já deveriam estar voltadas apenas para a reposição. O crescimento físico deveria cessar, com continuidade exclusiva de alterações qualitativas. (DALY, 1997, in VEIGA, 2005).

O desafio do desenvolvimento sustentável, portanto, é produzir mais riquezas consumindo menos matéria-prima e energia, porém, a contradição entre o atual imperativo do crescimento econômico e a finitude dos recursos do planeta acabará por se resolver de alguma maneira. Impossível prever, entretanto, se essa

solução decorrerá de uma ação governamental, por catástrofes ambientais, ou de alguma outra saída mais difícil de se imaginar.

Segundo O'Connor (2003), um passo necessário para um “capitalismo sustentável” consistiria em pressupostos nacionais que obrigassem os países ricos a pagar impostos elevados sobre insumos de matérias-primas (como carvão, petróleo, nitrogênio) e sobre certos produtos (como automóveis, plásticos, embalagens descartáveis). Outro passo, segundo o autor, consiste em políticas nacionais que subsidiem massivamente a reutilização e reciclagem de produtos, tecnologia em energia solar e outras alternativas de energia limpa, como também pesquisas em tecnologia direcionadas a eliminar produtos químicos e tóxicos.

Contudo, algumas atitudes e anseios já estão aflorando, pessoas buscam uma relação mais saudável com a natureza, rejeitam extravagâncias consumistas, há ressurreição de laços comunitários e, sobretudo, buscam encontrar mais sentido para a vida humana. Mesmo que esses valores ainda estejam muito dispersos e incipientes, eles poderão fazer emergir um cenário de sustentabilidade em contexto de globalização.

Nos últimos anos, novos estudos, tendo por base a reflexão sobre fundamentos filosóficos da questão ambiental, têm apontado para a emergência de um novo paradigma civilizatório, fundado na ética e na ecologia, acentuando a necessidade de uma vida mais “convivial”.

“Aprender a aprender a complexidade ambiental implica uma revolução do pensamento, uma mudança de mentalidade, uma transformação do conhecimento e das práticas educativas para construir um novo saber e uma nova racionalidade que orientem a construção de um mundo de sustentabilidade, de equidade, de democracia. É um re-conhecimento do mundo que habitamos.”
(LEFF, 2003, p. 22)

Boaventura de Souza Santos (1995) afirma que, no final do século XX, a única utopia possível era a utopia ecológica e democrática justamente porque já se chegou no limite entre um ecossistema finito e uma acumulação capitalista tendenciosamente infinita. “O paradigma ecossocialista é o paradigma emergente e, tal como eu o concebo, deve haver um estrito equilíbrio entre três formas principais de propriedade: a individual, a comunitária e a estatal” [...] (SANTOS, 1995, p. 47)

Sem uma ação pedagógica efetiva, de nada adiantarão os grandes projetos estatais de despoluição e de preservação do meio ambiente. E o desenvolvimento sustentável tem um componente educativo formidável: a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da educação (*ecopedagogia*).

1.4 A CIDADE SUSTENTÁVEL

Muitas cidades na história da humanidade extraíram bens de outros lugares sem dar nada em troca. Extraíram alimentos sem devolver a fertilidade do solo, extraíram a floresta sem reflorestá-la, extraíram as águas sem preservar suas reservas, como aconteceu em Roma no ano de 100 d.C. Estas cidades são chamadas de Cidades Biocidas.

As cidades biocidas possuem um “metabolismo linear” pois tomam o que necessitam de uma extensa área, sem pensar nas conseqüências, não havendo correlação entre o que entra e o que sai. Infelizmente a maioria das cidades de nossa civilização urbano-industrial estão enquadradas neste caso, o que acelera a degradação ambiental gerando conseqüências inimagináveis para o futuro do planeta.

Então, a questão é como direcionar as cidades para que sejam ecologicamente viáveis. Podemos tomar como exemplo algumas cidades que foram mais cuidadosas com a terra que lhe prove de alimento e madeira. São cidades quase auto-suficientes na produção de vegetais e cereais, e estiveram sempre presentes na cultura tradicional chinesa. Estas cidades possuem um “metabolismo circular”, ou seja, tudo o que sai delas pode-se reutilizar no sistema de produção, afetando assim, um entorno menor. Nelas os resíduos sólidos são reciclados, resíduos químicos são tratados separadamente, fazendo da reciclagem parte integral do funcionamento das cidades.

“Na perspectiva da eficiência especificamente material, a cidade sustentável será aquela que, para uma mesma oferta de serviços, minimiza o consumo de energia fóssil e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais, satisfazendo o critério de conservação de estoques e de redução do volume de rejeitos” (ALCSELRAD, 2001, p. 38).

A noção de “sustentabilidade urbana” está centrada na reconstrução da legitimidade das políticas urbanas, que combina modelos de eficiência e equidade e remete a sustentabilidade à construção de pactos políticos capazes de reproduzir suas próprias condições de legitimidade e assim dar sustentação a políticas urbanas que possam adaptar a oferta de serviços urbanos às demandas qualitativas e quantitativas da população (ACSERLALD, 2001).

Uma cidade social, econômica e ecologicamente sustentável já era planejada há mais de dois séculos. As “Cidades-Jardins” idealizadas por Howard em 1898, surgiram como uma alternativa aos problemas urbanos que já enfrentava Londres no início do século XX. A Cidade-Jardim deveria ser uma cidade independente, de tamanho médio e com todas as funções de uma cidade urbana. Ela deveria estar rodeada de um cinturão de terra cultivada para o abastecimento da comunidade que ao mesmo tempo seria uma barreira para impedir a expansão urbana (HOWARD, 2002).

As cidades de Howard deveriam ter todas as facilidades sociais e culturais, não teriam mais de 30 casas por hectare, teriam uma área central ajardinada rodeada de casas e fábricas as quais estariam circundadas por um cinturão agrícola. As águas residuais deveriam ser recicladas para retornar ao campo. Sua intenção era mostrar que as Cidades-Jardins não eram só economicamente viáveis, mas que eram um êxito na melhoria do espaço urbano permitindo as pessoas viver com qualidade de vida em harmonia com a paisagem. Suas idéias causaram grande impacto e repercutiram em todo o mundo, com duas Cidades-Jardins autênticas no mundo, Letchworth e Welwyn Garden City, na Inglaterra e fortes influências em outras cidades, como loteamentos no início do século XX nas cidades do Rio de Janeiro (Bairro da Gávea e Laranjeiras), São Paulo (Jardim América) e Goiânia (Avenida do Contorno).

As cidades não existiriam sem o abastecimento constante de energia, mas para que uma cidade seja mais sustentável ela deve combinar a eficiência energética com tecnologias limpas evitando a dependência pelo carvão e petróleo por causarem grande impacto ambiental. Devem ainda investir em sistemas de transportes eficientes que eliminariam o uso do automóvel responsável por grande parte das emissões de CO₂. O rápido progresso da tecnologia da energia solar e eólica permitirá aos centros urbanos suprir suas necessidades energéticas, caso haja um verdadeiro esforço político.

A estratégia para o consumo responsável dos combustíveis fósseis deve implicar às cidades num compromisso por aumentar a cobertura vegetal para a absorção dos excessos de CO₂ que esta emite. O reflorestamento e a arborização da cidade não são apenas um compromisso do poder público, mas de toda a comunidade local. Segundo Girardet (1992), 50% da área urbana da Europa são algum espaço verde.

Não se deve desconsiderar que os problemas urbanos são consequência do modelo econômico e da falta de planejamento orientado pelo desenvolvimento sustentado. A educação e, em particular, a educação comunitária e ambiental também tem um papel importante para evitar a insalubridade e doenças como diarreia, pneumonia, malária e outras transmitidas pela água contaminada que são consequências das deficiências de infra-estruturas das grandes cidades, dos índices de pobreza e de alimentos contaminados.

A pobreza e a degradação ambiental estão ligadas a processos decisórios que ocasionam a exclusão social e restringem o acesso aos recursos naturais. Por isso, combater as desigualdades é um passo essencial em prol do desenvolvimento sustentável, para proteger os ambientes naturais e melhorar a vida daqueles que deles dependem.

Para chegar-se ao um estilo de vida urbano que seja sustentável é necessário o funcionamento eficiente das cidades, assegurando a redução dos resíduos e reciclando os desperdícios como parte de um processo circular. O interesse e participação popular é também uma condição necessária fundamental para reduzir os danos que as cidades criam além dos seus limites.

A sustentabilidade urbana é um desafio de assegurar uma alta qualidade de vida, incluindo um meio ambiente local saudável sem gastar as capacidades ecológicas fora de seus próprios limites. Contudo, para se alcançar o desenvolvimento sustentável urbano, primeiro deve-se chegar a uma concepção que seja compreensível aos cidadãos, ou seja, que consiga captar o conceito de desenvolvimento sustentável ao mesmo tempo em que transmite essa concepção para os atores da sociedade de uma maneira mais clara (DAHL, 1997). Porém, esta tarefa não é fácil.

Alguns métodos procuram avaliar a sustentabilidade partindo da suposição sobre algumas características e metas da sociedade. Outros procuram observar as metas e os princípios que emergem da própria sociedade. Deve-se

reconhecer que existem interdependências e fatores que não podem ser controlados dentro das fronteiras de subsistemas como, por exemplo, de uma comunidade local, um empreendimento industrial, uma ecorregião ou uma nação (DAHL, 1997).

Como o espaço de terra ecologicamente produtivo por pessoa tem diminuído no mundo, cientistas ambientais voltaram a atenção para o cálculo deste espaço elaborando instrumentos de avaliação que mensurem a parte apropriada pelo *Homo sapiens*.

Uma das mais interessantes ONGs dedicadas à temática do desenvolvimento sustentável, a *Redefining Progress Institute*, utilizou uma alternativa de indicador de sustentabilidade. Trata-se da “Pegada Ecológica” (*Ecological Footprint*), que mede o uso da natureza pelas comunidades humanas. Partindo da constatação de que a área produtiva disponível a cada habitante do planeta não chega a 2 hectares (1,8 ha), essa ONG californiana mostrou que cada habitante dos EUA já usa mais do que o quádruplo (9,71 ha).

Na perspectiva dos autores da Pegada Ecológica, este método pode ajudar a sociedade a enxergar melhor o sistema onde ela opera e quais são as suas principais restrições, orientando a política e monitorando o progresso na busca da sustentabilidade (BELLEN, 2005).

Para que ocorra o uso racional dos recursos naturais é fundamental que se reconheçam os limites biológicos e físicos da natureza. Indicadores ambientais, como a Pegada Ecológica, calculam a demanda de recursos naturais de uma pessoa, cidade ou país, e expressam em termos de espaço o quanto eles ocupam para consumir os recursos naturais necessários à sua sobrevivência.

Considerando que a cidade intercambia recursos com lugares distantes do planeta, bem como a absorção da poluição atmosférica que, gerada por ela, exige um espaço bem maior que seu limite geográfico, então a questão é: Como captar estas conexões ao se avaliar a qualidade local de vida, superando as distorções dos indicadores atuais que fazem esta avaliação ignorando as relações mais amplas que perfazem trocas ecológicas desiguais entre os diferentes espaços? Os indicadores ambientais vêm responder esta pergunta.

2 PEGADA ECOLÓGICA COMO INDICADOR AMBIENTAL

2.1 INDICADORES AMBIENTAIS: MENSURAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA

Apesar do baixo nível de consenso sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade urbana, há a necessidade de se desenvolver indicadores e ferramentas que forneçam instrumentos de avaliação e mensuração da sustentabilidade de uma sociedade, para identificar ameaças ou melhorias para ela.

O termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Os indicadores podem comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta, como por exemplo, o desenvolvimento sustentável, e também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno.

O objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações de modo que sua significância fique mais aparente. Indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo autores que defendem que os mais adequados para avaliação de desenvolvimento sustentável deveriam ser qualitativos, em função das limitações que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos. Entretanto, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa.

A partir de um certo nível de agregação ou percepção, indicadores podem ser definidos como variáveis individuais ou uma variável que é função de outras variáveis. Uma variável é uma representação operacional de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema. Quanto mais próxima a variável se coloca do atributo em si, reflete o atributo ou a realidade, e seu significado e relevância para tomada de decisão é conseqüência das limitações e propósitos da investigação (BELLEN, 2005).

Os indicadores são utilizados para simplificar informações sobre fenômenos complexos e para tornar a comunicação sobre eles compreensível e quantificável. Eles são de fato um modelo da realidade, entretanto não podem ser

considerados a própria realidade. Devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente de mensuração.

Indicadores são instrumentos limitados porque refletem aspectos parciais da incomensurável realidade. Muitos são os que denunciam a insanidade de privilegiar indicadores econômicos estreitos e unidimensionais na gestão das políticas públicas e da sociedade. (CECCA, 2001).

Estudos sobre qualidade ambiental e desenvolvimento sustentável encontram o desafio freqüente de lidar com a incerteza e a carência de dados e informações sistematizadas. A natureza da relação entre meio ambiente e desenvolvimento é objeto de controvérsia e campo de incertezas. Nesse contexto, trabalhos empíricos capazes de criar indicadores confiáveis que possam embasar estudos e tomadas de decisão política são cruciais e urgentes. Mas na medida em que estão no centro do processo decisório, os indicadores têm um aspecto ambíguo, são importantes e perigosos ao mesmo tempo.

Os indicadores de qualidade ambiental podem ser utilizados não apenas para a avaliação comparativa da qualidade de vida e do ambiente entre as cidades nas regiões estudadas, como podem se constituir em ferramentas auxiliares no processo de planejamento de cidades e microrregiões, ao indicar as áreas de melhor ou pior performance relativa, apontar tendências e chamar a atenção para pontos fracos.

“Pode não ser possível medir a qualidade de vida que nos proporciona o canto de um pássaro, mas é possível difundir que este canto dá mais qualidade de vida que os outros índices que nos tratam de convencer” (VILLASANTE, 1995, in: CECCA, 2001).

Poucos indicadores lidam especialmente com o desenvolvimento sustentável (DS), em sua maioria em caráter experimental, e foram desenvolvidos para melhor compreender os fenômenos relacionados à sustentabilidade. Os problemas complexos do DS requerem sistemas interligados, indicadores inter-relacionados ou a agregação de diferentes indicadores (BELLEN, 2005).

As primeiras propostas e construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade datam do final da década de 80. Tais propostas possuem em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados. Também buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade.

O PIB é o indicador mais utilizado para medir o grau do desenvolvimento econômico dos países. Contudo, não leva em conta o suporte de toda atividade, de todo o desenvolvimento e mesmo de toda a vida, que é o nosso ambiente natural. A poluição, os riscos climáticos, a destruição dos ecossistemas, o desaparecimento expressivo das espécies naturais, o esgotamento dos recursos são não somente ignorados, mas algumas vezes ainda são contabilizados de maneira positiva pelo PIB, por exemplo, quanto mais são esvaziadas as reservas de petróleo, mais o motor econômico se embala.

O modelo de desenvolvimento ocidental e os indicadores que a ele são tradicionalmente conectados são progressivamente colocados em pauta em todos os níveis de tomada de decisão. O simples fato de se levar em conta novos “termômetros” poderia, sem dúvida subverter a hierarquia tradicional entre as nações e ter assim uma influência significativa sobre as tomadas de decisão no nível nacional e internacional. Se for colocada em prática uma nova forma de medir o progresso, isto subverteria a ordem das prioridades da ação pública (*The Ecologist Brasil*).

Contudo, na definição dos indicadores ambientais, uma primeira dificuldade diz respeito aos diferentes conceitos e concepções sobre o que seja sustentabilidade e qualidade ambiental, o que torna obscuro o processo de escolha das variáveis a serem utilizadas na mensuração. No caso dos indicadores ambientais locais, devido à ausência de uma definição conceitual, o que se vê são antes listas de indicadores isolados sem relações claras de causalidade e hierarquia, do que um sistema coerente de mensuração e avaliação do fenômeno. Portanto, um primeiro passo de importância crucial na construção de indicadores e índices é a explicitação da abordagem conceitual utilizada. Outro passo importante na definição destes indicadores é a definição de variáveis e a obtenção e tratamento dos dados (VEIGA, 2005).

A necessidade de se desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável está expressa na Agenda 21 em seus capítulos 8 e 40, a qual foi elaborada na Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Para pôr em prática a sustentabilidade e os princípios desta Agenda, foi criada nesta Conferência a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (*Comisión de Desarrollo Sostenible* - CDS) que teve como objetivo a construção de indicadores.

Um dos obstáculos, segundo a própria CDS, é construir um consenso relativo ao conceito de sustentabilidade para iniciar um projeto de indicadores de nível nacional. No desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade um dos principais objetivos é auxiliar os governos e tomadores de decisões na avaliação de seu desempenho fornecendo bases para o planejamento de futuras ações.

Em 2000 a CDS publicou o documento "*Indicadores de desarrollo sostenible: marco y metodologías*" que continha 57 indicadores. Este documento foi muito importante para que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pudesse lançar, em 2002 e 2004, os primeiros indicadores brasileiros de desenvolvimento sustentável.

Foi a primeira vez que uma publicação dessa natureza incluiu explicitamente a dimensão ambiental ao lado da social, da econômica e da institucional. Apesar da dificuldade em encontrar informações confiáveis sobre os principais objetivos de conservação do meio ambiente, o IBGE apresentou 17 indicadores fundamentais. A dimensão ambiental, por exemplo, está organizada em cinco temas essenciais: "atmosfera", "terra", "oceanos, mares e águas costeiras", "biodiversidade" e "saneamento".

De acordo com Veiga (2005), sem um bom termômetro de sustentabilidade, o mais provável é que todo mundo continue a usar apenas índices de desenvolvimento, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)³, deixando de lado a dimensão ambiental. Isso não impede, contudo, que se procure elaborar um índice de sustentabilidade ambiental, em vez de desenvolvimento sustentável, para que possa ser comparado com outros índices de desenvolvimento.

³ O IDH é um índice composto pela média simples de três indicadores: longevidade (medido pela esperança de vida ao nascer); nível educacional (medido por uma combinação da alfabetização adulta com a taxa de escolaridade combinada do primário, secundário e superior); e nível de vida (medido pelo PIB real *per capita*).

Em 2002, foi apresentado no Fórum Econômico Mundial o índice de sustentabilidade ambiental ESI-2002. Com 68 variáveis referentes a 20 indicadores essenciais, o ESI já foi calculado para 142 países. Esse índice considera cinco dimensões: sistemas ambientais, estresses, vulnerabilidade humana, capacidade social e institucional e responsabilidade global.

Apesar de terem tido sucesso em estabelecer o grau de sustentabilidade ambiental dos países, os autores do ESI-2002 advertem que ainda faltam dados estatísticos razoáveis sobre uma dúzia de fatores críticos: degradação do solo, teor de chumbo no sangue, fragmentação dos ecossistemas, segurança de reatores nucleares, proporção de materiais reciclados, perda de terras úmidas, concentração e emissão de metais pesados, impactos da disposição de resíduos e lixo, efetividade das regulamentações ambientais, níveis de subsídio à conservação dos recursos naturais, concentração/ emissão de poluentes orgânicos persistentes e proporção de cardumes explorados de formas exploratórias.

Uma outra análise recente e detalhada referente ao grau de sustentabilidade, partiu de uma equipe do Centro de Vôos Espaciais da Nasa. Usando dados sobre o clima e informações coletadas por satélite, o grupo calculou a quantidade de energia solar transformada em matéria orgânica vegetal pelo processo de fotossíntese em todo o planeta. Essa medida, chamada produtividade primária líquida (PPL), é a principal fonte de alimento dos seres vivos que exclui, portanto, outras formas de energia, como combustíveis fósseis ou alimentos marinhos.

A partir desses dados os pesquisadores calcularam a parte dos seres humanos na PPL, baseados no consumo de alimentos vegetais, carnes, leite, ovos, bem como no uso de madeira para combustível e construção. Os dados mostraram que a média anual de PPL de 1982 a 1998 foi de 24,2 bilhões de toneladas de matéria orgânica, da qual os seres humanos se apropriaram de 20%. As grandes áreas urbanas consomem 300 vezes mais PPL do que a quantidade gerada localmente, ao passo que, em áreas escassamente habitadas, a apropriação por seres humanos é próxima a zero (BELLEN, 2005).

O aumento da parcela de fibras apropriadas pelos seres humanos pode ter efeitos globais na composição da atmosfera, no ciclo hidrológico e na biodiversidade, o que causaria a diminuição da PPL. Se no futuro os estudos sobre PPL e outros indicadores ambientais se tornarem mais precisos, serão de enorme

valia para identificar o efeito das mudanças causadas pelo consumo e pela tecnologia e para avaliar medidas voltadas à redução do impacto humano sobre o ecossistema.

Nucci (2001) propõe o estudo da qualidade ambiental a partir da consideração de atributos ambientais urbanos como uso do solo, poluição, espaços livres, verticalidade das edificações, enchente, densidade populacional e cobertura vegetal, espacializados e integrados em escala que variam entre 1.2000 e 1.10.000. Sua metodologia tem como principal ferramenta a espacialização dos atributos ambientais para posterior análise sistêmica. A preocupação do autor é, portanto, aglutinar o máximo de dados cartografáveis da área em estudo para posterior cruzamento e elaboração de uma carta de qualidade ambiental.

Conforme o método proposto por Nucci (2001), para análise da qualidade ambiental é necessário trabalhar com inferências, com base nas informações detalhadas sobre o uso do solo urbano, já que vários autores relacionam sempre a qualidade das variáveis do ambiente com o tipo de utilização do solo. Esse método tem como base geral os estudos realizados em Ecologia e Planejamento da Paisagem, que podem ser entendidos como uma contribuição ecológica e de ordenamento para o planejamento do espaço, onde se procura regulamentar os usos do solo e dos recursos ambientais, salvaguardando a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem, retirando-se o máximo proveito do que a vegetação pode fornecer para a melhoria da qualidade ambiental.

Poucos são os trabalhos e escassas opções metodológicas, principalmente no Brasil, para se analisar a qualidade ambiental nas cidades, onde ainda é procedimento comum o uso de pequenas escalas para trabalhar o urbano. Nessa perspectiva, a proposta de Nucci (2001) torna-se importante uma vez que permite trabalhar com variáveis diferenciadas (especializadas em grandes escalas) do ponto de vista da complexidade do espaço urbano, sobretudo, das médias e grandes cidades.

Apesar das vantagens dos indicadores ambientais e de qualidade de vida, existem várias limitações na utilização destes sistemas de avaliação. Um problema é a mensuração do que é mensurável. Segundo Bossel, 1999 (in: BELLEN, 2005), a maioria dos indicadores relacionados à sustentabilidade não possui um sistema teórico conceitual que reflita a viabilidade e a operação do

sistema total. Outro problema é a super-agregação que ocorre quando muitos dados e informações são agregados em apenas um índice, sendo por isso necessário mais do que um indicador para capturar os aspectos mais importantes de uma situação.

Mesmo que ainda esteja longe o surgimento de uma medida mais consensual de sustentabilidade ambiental, é imprescindível entender que os índices e indicadores existentes já exercem papel fundamental nas relações de fiscalização e pressão que as entidades ambientalistas devem exercer sobre governos e organizações internacionais (VEIGA, 2005, p. 43).

Muitos autores destacam que as variáveis utilizadas para se definir o padrão de qualidade ambiental de um determinado espaço geográfico são muito discutidas, pois o que é valorizado ou desvalorizado no meio ambiente para determinar a sua qualidade depende da concepção de cada cidadão, inclusive do pesquisador e do planejador. Dessa forma, acredita-se que não há consenso quanto à utilização de variáveis que definem a qualidade ambiental urbana, ficando o pesquisador apto a definir os atributos (ou variáveis) que permitam melhor realizar a análise do espaço geográfico em estudo.

A qualidade de vida está diretamente ligada à qualidade do ambiente e para se estabelecer esta relação é necessário realizar previamente uma análise ambiental do local a ser estudado. De acordo com Amorim (1993), para se realizar esta análise ambiental deve-se levar em consideração vários elementos como, por exemplo: presença de vegetação, densidade populacional, uso e ocupação do solo, clima. Desta forma, áreas verdes, baixa densidade populacional, lotes e moradias adequadas e condições climáticas favoráveis, são de extrema relevância para se ter uma qualidade ambiental e de vida adequada.

Para Machado (1997), os padrões de qualidade ambiental variam entre a cidade e o campo, entre cidades de diferentes países ou do mesmo país, assim como entre áreas de uma mesma cidade. Isso ocorre, segundo a autora, porque a qualidade do meio ambiente depende de processos nacionais, em nível urbano e rural e de políticas adotadas em todas as esferas: federal, estadual ou municipal, pública ou privada.

Os indicadores ambientais atraem a atenção de um número crescente de pesquisadores. O cálculo da Pegada Ecológica vem sendo utilizado em

muitos países atualmente, para mensurar a sustentabilidade de sócios-ecossistemas urbanos à medida que contrasta o consumo dos recursos pelas atividades humanas com a capacidade de suporte da natureza, mostrando se seus impactos no ambiente global são sustentáveis a longo prazo.

A Pegada Ecológica, utilizada como indicador, mede o potencial de progresso da sustentabilidade de locais e pessoas e como isto pode ser realizado. Desta forma, a pegada pode ser utilizada não apenas para a avaliação comparativa da qualidade de vida e do ambiente na região estudada, como também para auxiliar no processo de planejamento das cidades e micro-regiões em relação à integração entre meio ambiente e crescimento/ desenvolvimento econômico.

2.2 PEGADA ECOLÓGICA: INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

“The Ecological Footprint is a tool for measuring and analyzing human natural resource consumption and waste output within the context of nature’s renewable and regenerative capacity (or biocapacity). It represents a quantitative assessment of the biologically productive area (the amount of nature) required to produce the resources (food, energy, and materials) and to absorb the wastes of an individual, city, region or country.” (Redefining Progress, 2004)

O Método da Pegada Ecológica (*Ecological Footprint Method*), de Wackernagel e Riss (1996), foi um trabalho pioneiro sobre a elaboração de ferramentas para medir e comunicar o desenvolvimento sustentável, e hoje já encontram-se mais de 4 mil websites que tratam da utilização desse sistema para as mais diferentes aplicações. Este método mensura e avalia um espaço ecológico correspondente para sustentar um determinado sistema ou unidade questionando como pode haver progresso sem aumentar a pressão humana sobre o planeta e futuras gerações.

O método não procura definir a população para uma determinada área geográfica em função da pressão sobre o sistema, mas sim, calcular a apropriação por uma população de um determinado sistema para que ele se mantenha indefinidamente (Wackernagel e Riss,1996). A Pegada Ecológica (PE)

transforma o consumo de matéria-prima e assimilação de dejetos, de um sistema econômico ou população humana, em área correspondente de terra ou água produtiva. Seria, portanto, a área de ecossistema necessária para assegurar a sobrevivência de uma determinada população ou sistema, como ilustra a figura 1.

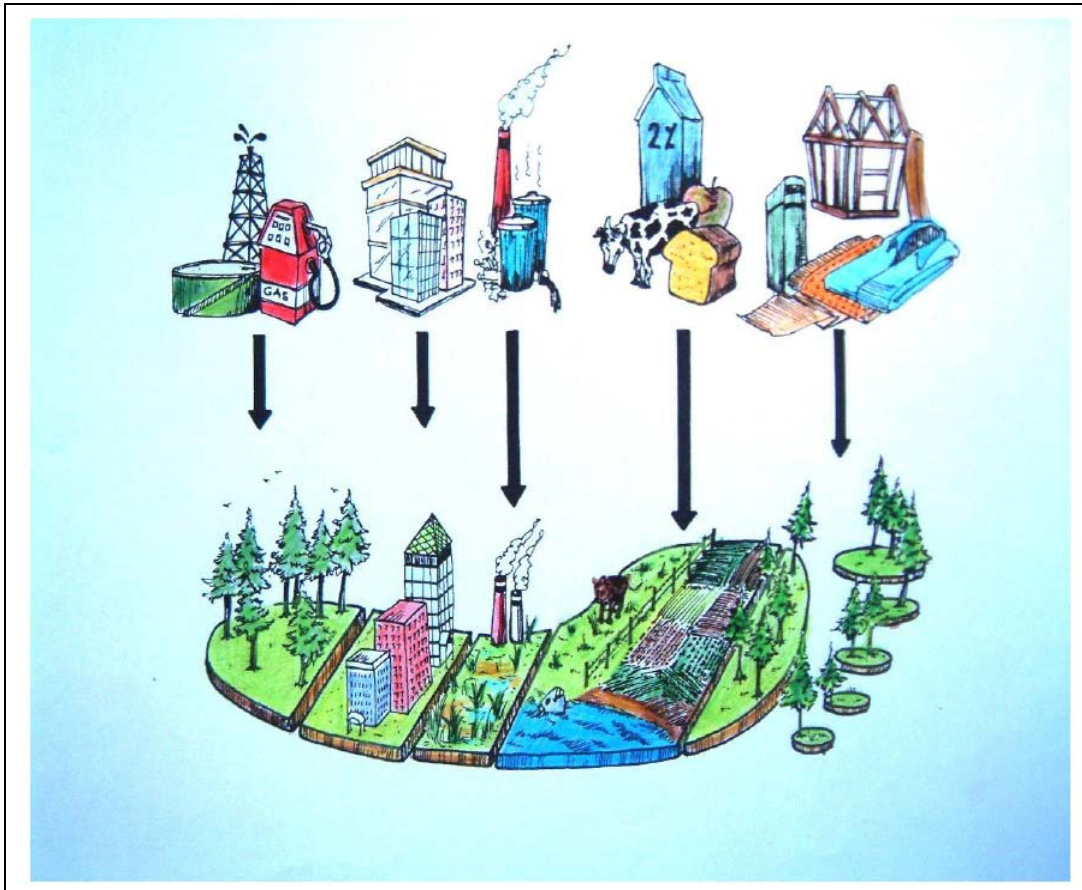


Figura 1 – Ilustração da Pegada Ecológica

Fonte: *Living Planet Report (2004)*

O *Ecological Footprint Method* utiliza uma taxonomia simples de produtividade ecológica, envolvendo oito tipos de terrenos ou áreas definidas como: território de biodiversidade; território construído; território de energia; território terrestre bioprodutivo e área aquífera bioprodutiva. Para análises mais refinadas, cada uma delas pode ser subdividida estrategicamente para se responder a questões específicas do sistema que se pretende observar e estudar. (BELLEN, 2005).

Vale ressaltar aqui que a concepção de território dentro da Geografia se diferencia da concepção de Bellen (2005). O território para a Geografia é tratado, principalmente, com uma ênfase político-administrativa e também cultural. Isto é, um espaço onde se delimita uma ordem jurídica e política; um espaço medido e marcado pela projeção do trabalho humano com suas linhas, limites e fronteiras; grupos sociais que estabelecem relações de poder formando territórios no conflito pelas diferenças culturais.

Para simplificar a coleta de dados estatísticos sobre o consumo, o método da Pegada Ecológica adota uma classificação de cinco categorias: alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e serviços. A escolha das variáveis no método depende muito de cada pesquisador que as utiliza; na tabela 1 abaixo estão as mais utilizadas nos estudos já registrados.

Tabela 1 – Variáveis mais utilizadas no método da PE e suas justificativas

VARIÁVEIS	JUSTIFICATIVAS
- Área Verde	“A cobertura vegetal é de fundamental importância para que haja equilíbrio entre o solo e o clima, interferindo no processo de absorção e escoamento das águas pluviais, minimizando as altas temperaturas, tendo assim, um efeito positivo no balanço microclimático” ⁴ . Além disso, deve-se considerar o papel que a cobertura vegetal exerce na absorção do CO ₂ .
- Área Construída	A impermeabilização do solo acarreta diversos problemas tanto relacionados ao escoamento e infiltração da água da chuva como ao conforto térmico, além de diminuir a quantidade de áreas verdes.
- Combustível Fóssil	Responsável pela emissão de gases que provocam o efeito estufa, principalmente o gás carbônico. Automóveis são responsáveis por 88% do 1,5 milhão de toneladas de monóxido de carbono despejadas diariamente na atmosfera. ⁵
- Resíduos	Cada 3 kg de lixo produzido equivale a 1 kg de CO ₂ (igual quantidade de produção de CH ₄). Contudo, é subtraído do total produzido por uma localidade a quantidade de lixo reciclável.

⁴ Amorim, (2000, p.303)

⁵ Revista Época n. 439, outubro de 2006.

- Eletricidade	É tomado como parâmetro no Brasil, por ser abastecida de energia provinda de usinas hidroelétricas. A área alagada na represa de uma usina deixa de absorver CO ₂ , aumentando a Pegada Ecológica.
- Água	O total de água utilizada para consumo humano provém de rios, açudes e poços que estavam em equilíbrio ecológico e ao ser consumida retorna ao ambiente natural poluída tornando difícil sua absorção pela natureza.
- Carne Bovina	Criações de gado bovino são responsáveis pela emissão de 80 milhões de toneladas anuais de metano para atmosfera durante a ruminação. E o esterco acrescenta mais 25 milhões de toneladas. Cada molécula de metano é 23 vezes mais eficaz para aquecer a atmosfera que a do gás carbônico. No Brasil a pecuária bovina é a maior responsável pelo desmatamento e consome grande parte da produção de grãos para seu alimento. ⁶
- Alimentos	Representam terras aráveis para o cultivo de alimento com baixa absorção de CO ₂ . Na agricultura são utilizadas mais de 141 milhões de toneladas de pesticidas e fertilizantes no mundo para a produção de alimentos. Geração de grande quantidade de embalagens não recicláveis para seu armazenamento.
- Áreas de ocupação ilegal	São áreas com impacto ambiental significativo ocasionado pelas ocupações ilegais incluídas em áreas de APPs. Entre elas estão as favelas, nascentes e fundos de vales ocupados e áreas urbanizadas em terrenos com declividade acima de 45%.

O método da PE assume que todos os tipos de energia, o consumo de material e a descarga de resíduos demandam uma capacidade de produção e/ou absorção de uma área finita de terra e água. De acordo com Wackernagel (1996), uma cidade exige uma área ecologicamente produtiva muito superior a sua superfície para obter alimentos, combustíveis, água e matérias-primas, assim como

⁶ Revista Época n. 439, outubro de 2006

para absorver os resíduos. Esse terreno, de qual a cidade depende, se chama “Pegada Ecológica”.

A interdependência iminente entre cidade e campo em escala global demonstra que, quanto maior é a “pegada” de uma cidade ou país, maior será o impacto ambiental que esta provoca fora de seus limites administrativos. Desta maneira, a sociedade pode comparar seu consumo com a limitada produtividade ecológica do planeta Terra.

“A análise da pegada ecológica configura-se num instrumento de avaliação ambiental integrada que utiliza uma visão ecossistêmica para calcular o consumo endossomático e exossomático de uma população, cidade ou país” (DIAS, 2002, p. 38).

Wackernagel e Ress (1996), argumentam que, ao nível atual de depleção dos recursos naturais e de mudanças globais, o estoque de capital natural está se esgotando e se tornando insuficiente para assegurar uma estabilidade ecológica de longo prazo. Assim, eles consideram que a sustentabilidade forte é uma condição necessária para se promover um desenvolvimento ecologicamente sustentável.

Na perspectiva da Pegada Ecológica, a sustentabilidade requer viver dentro da capacidade regenerativa e de absorção do planeta. Quando se retira mais do que a natureza pode oferecer, o capital natural desaparece e parte-se para a insustentabilidade. Esta liquidação dos recursos naturais (*Overshoot*) não proporciona chances de sobrevivência às gerações futuras.

Por isso, a Pegada Ecológica está fundamentada nos princípios de sustentabilidade e equidade. A sustentabilidade está intimamente ligada ao princípio da equidade, o que denota uma relação de interdependência entre os dois, pois não há meios de haver sustentabilidade sem o princípio da igualdade que concerne ao uso que se faz do meio ambiente por todos no cenário mundial. O princípio da equidade dentro do contexto da PE pode ser direcionado em três ângulos diferentes:

1) Equidade entre gerações ao longo do tempo: A pegada mensura a extensão com que a humanidade usa os recursos naturais em relação à capacidade de regeneração da natureza;

2) Eqüidade nacional e internacional em tempos atuais, dentro e entre nações: A pegada mostra quem consome e quanto;

3) Eqüidade entre espécies: A pegada mostra o quanto a humanidade domina a biosfera à custa de outras espécies.

Chegar-se à eqüidade apenas por meio do crescimento econômico quantitativo, é impossível, porque a biosfera é limitada. Por sua vez, a pegada indica que já estamos excedendo esse limite e que uma extensão futura das atividades humanas liquidará o capital natural de que hoje dependemos e de que as futuras gerações dependerão amanhã.

De acordo com o sexto relatório “Planeta Vivo 2006” - *Living Planet Report 2006* (Anexo 1), do Fundo Mundial para a Natureza (*World Wildlife Fund – WWF*), os seres humanos estão consumindo 25% mais recursos naturais a cada ano do que o planeta é capaz de repor. Segundo este relatório, levando-se em conta o crescimento populacional, a evolução tecnológica e o desenvolvimento econômico, até 2050 a humanidade estará consumindo 220% da capacidade biológica, mais que o dobro da capacidade da Terra. Ou seja, seriam necessários mais que dois planetas para suprir tal demanda.

De acordo com este relatório, entre 1970 e 2000, houve uma redução de 40% na capacidade biológica do planeta. Em 2001, a pegada ecológica mundial chegou a ser 2,5 vezes maior do que em 1961. Constatou-se uma brutal diferença de comportamento entre países ricos e pobres. Nesse período, enquanto nos ricos a “pegada *per capita*” saltou de 3,8 hectares por habitantes (ha/ hab) para 6,6 ha/ hab, nos pobres ela só aumentou de 1,4 ha/ hab para 1,5 ha/ hab.

O Instituto *Redefining Progress* (2005), demonstrou no relatório *Ecological Footprint* (EF) que a capacidade biológica da Terra já foi excedida em 40%. Isto indica que o impacto humano já causou um “overshoot” ecológico de aproximadamente 8 hectares globais per capita, ou seja, o estoque ambiental do planeta está sendo esgotado mais rapidamente do que a natureza pode regenerar. O relatório calculou a pegada e a biocapacidade de 138 nações e os números completos encontram-se no Anexo 2 deste trabalho.

Foi estimado neste relatório o déficit ecológico, pela comparação da “pegada” (*Total Ecological Footprint*) com a “biocapacidade” (*Total biocapacity*) global. A área biológica produtiva da terra é de aproximadamente 11.2 bilhões de hectares, ou seja, 1.8 hectares por pessoa. Em 2000 a demanda da humanidade na

biosfera atingiu 13.7 bilhões de hectares globais, ou 2.2 hectares por pessoa. A biocapacidade global, então, foi excedida, o que gerou um déficit ecológico de 0.4 hectares por pessoa. Isto significa que nos próximos anos poderá haver menos capital natural (biocapacidade) para as gerações futuras se não houver uma mudança na política, na economia, nos padrões do consumo e na tecnologia.

Atualmente, a relação espaço físico por pessoa é de 1,5 hectares (aproximadamente uma quadra de uma cidade), a qual deve alojar também as outras 30 milhões de espécies com as quais compartilha-se o planeta. Em contraste, países com alto consumo requerem de dois a cinco hectares por pessoa. Enquanto nos Estados Unidos o déficit ecológico já atingiu 4,7 ha/ hab (9,5 ha consumidos menos 4,9 disponíveis), no Brasil ainda se encontra um significativo superávit, isto é, negativos 8,0 ha/ hab (2,2 ha consumidos menos 10,2 ha disponíveis).

O gráfico 2, demonstra que a partir de 1985, a pegada humana global quebrou a marca da sustentabilidade e vem crescendo desde então acima da biocapacidade do planeta.

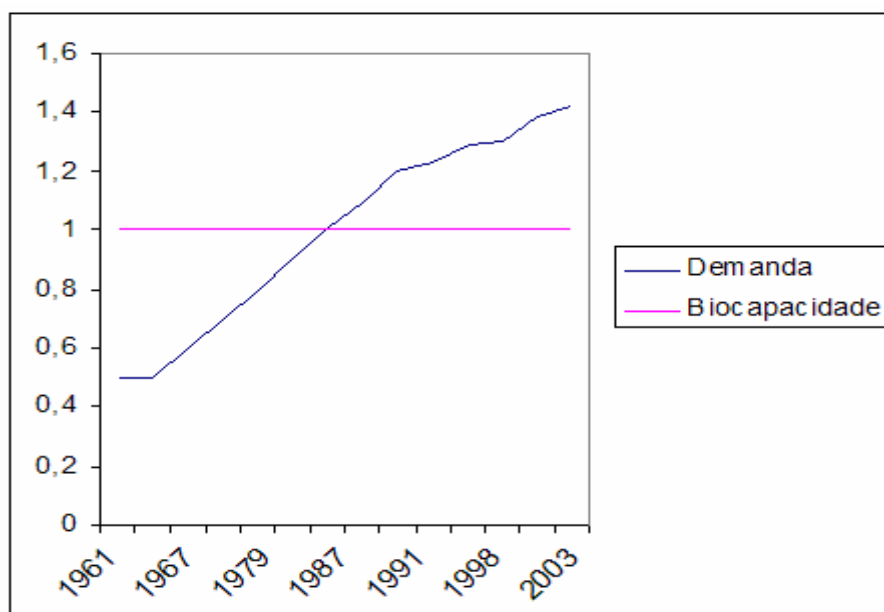


Gráfico 2 – Tendência de crescimento da Pegada ecológica entre 1961 a 2003 por quantidade de planetas Terra.

Fonte: Redefining Progress (2005)

De acordo com o *Worldlife Fund for Nature* (WWF) 2006, a Pegada Ecológica (PE) das áreas modificadas pela urbanização aumentou de 0,32 para 0,60

bilhão de hectare global desde os anos 70, um aumento de quase 100% num período de 30 anos. A PE das áreas verdes aumentou mais de 50% neste mesmo período, de 1,03 para 1,63 bilhão de hectare global. A PE de terras de energia era de 2,51 bilhões de hectares globais em 1960, e de 6,72 bilhões de hectares globais em 2000, o que significa um aumento de mais de 150% em 30 anos. A PE de terras de cultivo aumentou de 2,89 em 1960 para 3,14 bilhões de hectares globais em 2000.

Entre os dados preocupantes do novo relatório *Living Planet Report 2006* (WWF), estão o de consumo da água doce e o de energia. A "pegada" de energia, proveniente de combustíveis fósseis como petróleo, gás e carvão, é a que mais aumenta, tendo crescido 700% desde 1961. As nações que utilizam relativamente menos energia provindas do combustível fóssil, têm pegadas menores e possuem capacidade biológica mínima, e aquelas com uso relativamente mais elevado de combustível fóssil e capacidade biológica devotados ao espaço construído, são mais propensas a ter pegadas maiores.

No gráfico 3 está representada a PE por região e grupos financeiros mundiais, numa relação entre área (hectares por pessoa) e população (em milhões) no ano de 1999.

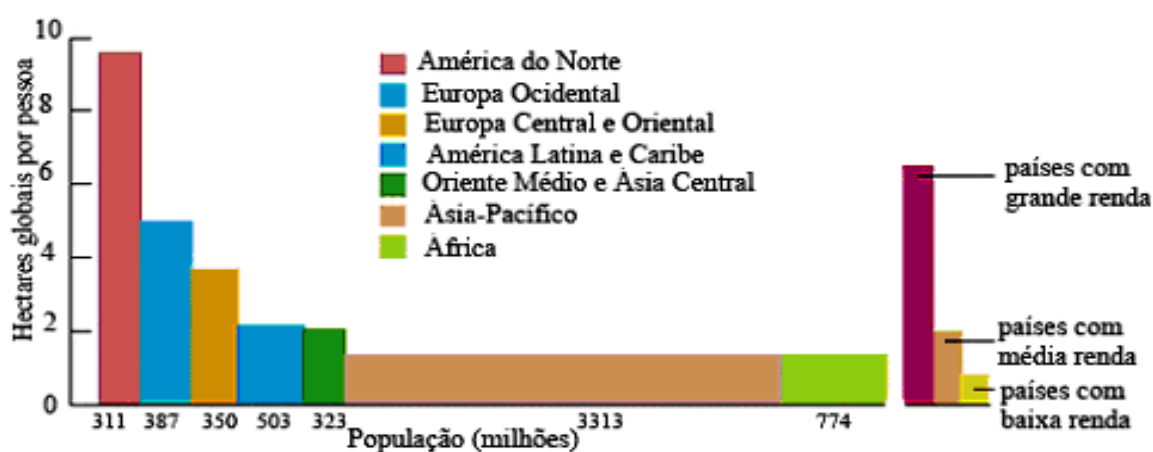


Gráfico 3 – Pegada Ecológica por Região e Grupos financeiros, 1999.

Fonte: Living Planet Report (2006)

De acordo com o gráfico, a maior PE pertence à América do Norte; a "pegada" de um norte-americano equivale a dois europeus e a sete vezes o tamanho da pegada de um asiático ou de um africano. O consumo de recursos naturais da Europa está bem acima do consumo da América Latina. Esta, por sua vez, possui um consumo superior ao da Ásia, do Oriente Médio e da África, apesar destes últimos concentrarem o maior número de população.

Segundo o mais novo relatório sobre o estado sócio-ambiental do mundo do Worldwatch Institute (WI) "*State of the World 2006, Special Focus: China and Índia*" (ABRANCHES, 2006), que tem seu foco principal no rápido crescimento da China e Índia, 10% e 6% ao ano, respectivamente, mostra que estes dois países representam uma nova e poderosa máquina de drenagem dos recursos naturais do mundo e aumentam rapidamente sua PE.

O principal empasse mostrado no relatório é que não haverá condições do planeta atender à demanda crescente desses dois gigantes por energia, matérias-primas e alimentos, e seus ecossistemas não terão condições de oferecer água fresca, ar limpo e terra fértil para acompanhar suas expansões. De acordo com os cálculos do instituto WI, se a demanda de biosfera desses dois países se comparasse à da Europa de hoje, precisaria mais um planeta Terra inteiro para mantê-los.

Segundo Abranches, 2006, com o ritmo de crescimento da China e Índia juntos, mais o que já é consumido atualmente da biosfera, haverá uma gigantesca crise econômica em pouco tempo antes do mundo enfrentar um colapso ecológico, o que certamente exigirá da sociedade repensar todo o modelo de desenvolvimento existente.

Contudo, ainda são os EUA que possuem a maior pegada mundial, que mais utiliza recursos naturais e é o maior poluidor do planeta. Este país não apenas usa 20 vezes mais *commodities* que a China e a Índia, em valores per capita, mas também o dobro do que utilizam países europeus quase tão ricos quanto ele. A PE dos EUA, da Índia e da China juntos, já corresponde a 50% da biocapacidade global passando dos limites sustentáveis por seus respectivos ambientes domésticos, o que significa consumir recursos provindos de outros países (ABRANCHES, 2006).

No ranking mundial, a PE do brasileiro está em 60º lugar na lista de 149 países considerados no relatório da *Redefining Progress* (2005). Quando se

compara o consumo somente de alimentos, fibras e madeiras, no entanto, o Brasil sobe para 27º lugar. No item energia o Brasil fica em 82º lugar e em consumo de água fica em 70º lugar. Isto quer dizer que a pegada do Brasil não é alta na média geral, contudo em relação ao consumo de alimentos e corte de madeira a pegada do país sobe, o que demonstra um alto índice de desmatamento e grande produção de grãos em seu território.

Em sua obra “Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana”, DIAS (2002) afirma que a economia global praticamente quintuplicou nos últimos 45 anos. O consumo de carne, grãos e água triplicou; o de papel, sextuplicou. O uso de combustíveis fósseis e conseqüentemente a emissão de CO₂ quadruplicaram. Então, a luta para se alcançar a sustentabilidade, um equilíbrio entre a base dos recursos da Terra e a demanda humana, será ganha ou perdida nas cidades do mundo, hoje responsáveis pela emissão de ¾ do gás carbônico mundial.

Ainda de acordo com o autor, é a cidade que representa o maior impacto do ser humano sobre a natureza, e constitui um ecossistema dependente de áreas fora de suas fronteiras para manter seu metabolismo, dispersando sua influência sobre por todo o globo. A cidade importa matéria-prima e alimentos, mas exporta somente calor e resíduos, e por isso sua PE sempre será muito maior que na zona rural.

A PE mostra o conflito entre as distintas demandas humanas e compara estas com o que a natureza pode suportar. E para assegurar que nossas comunidades sejam sustentáveis, seus consumos devem permanecer dentro do limite da produtividade de natureza. DIAS, 2002.

Já questionava Gandhi: “Para alcançar sua prosperidade a Grã-Bretanha consumiu a metade dos recursos do planeta. Quantos planetas necessitará a Índia?”

A PE permite avaliar e mensurar rapidamente o impacto global de indivíduos, comunidades, cidades e nações, configurando-se numa ferramenta de reflexão e ensinamento que pode ser útil em salas de aula, atividades de planejamento urbano, entre outros. Devido à mensagem simples e facilmente

perceptível que a pegada transmite, esta tem um potencial muito elevado ao nível da sensibilização e educação ambiental.

O cálculo da pegada de um determinado alimento, por exemplo, pode mostrar o impacto que este causa em seu processo de produção e comercialização. Um pote de iogurte de morango percorre 9.115 quilômetros e consome 0,06 litros de gás e óleo em seu transporte. Esses números levam em conta o trajeto percorrido por cada uma das matérias-primas (morango, leite, fermento, açúcar, pote, tampa, etiquetas), ao qual é acrescentado o percurso do produto final até o domicílio do consumidor.

A análise da PE dá a dimensão da problemática expondo o drama da insustentabilidade e salienta a necessidade de ajustes e redirecionamento urgentes, nas formas de relacionamento dos seres humanos com o ambiente, no seu estilo de vida e nas múltiplas dimensões de predação dos socioecossistemas urbanos, agora habitat da maioria dos seres humanos (DIAS, 2002).

Essa técnica é considerada pelos autores tanto analítica quanto educacional, ela não só analisa a sustentabilidade das atividades humanas como também contribui para a construção de consciência pública a respeito dos problemas ambientais e auxilia no processo decisório. O processo de avaliação reforça sempre a visão da dependência da sociedade humana em relação ao seu ecossistema (BELLEN, 2005).

Contudo, o valor de uma pegada ecológica, quando apresentado genericamente para uma ampla região, é uma estimativa problemática, pois não revela sobre as diferenciações internas que existem dentro de um país ou de uma cidade. Como cada região possui características distintas, sejam elas econômicas, sociais ou ambientais, deve-se calcular valores diferenciados para cada uma. No caso do Brasil, por exemplo, que possui uma PE de 2,2 hectares (*Redefining Progress*, 2005), não se pode aplicar este mesmo valor para uma cidade da caatinga nordestina e outra como São Paulo, por exemplo.

Apesar das vantagens do método da PE, alguns críticos consideram o sistema muito pretensioso, afirmando que os modelos do tipo proposto pela ferramenta representam apenas um retrato da realidade, e a capacidade da ciência de comprovar as interações com o meio ambiente que levariam à sua degradação é limitada.

Apesar dos avanços, a metodologia da PE não consegue medir todos os impactos da humanidade na natureza. Os tóxicos, por exemplo, não estão incluídos, e mesmo com melhorias na sua metodologia uma exata e definitiva estimativa seria provavelmente impossível. A contaminação local do ar também muitas vezes é mal concebida como um problema ambiental. Estas variáveis servem como sugestão para uma possível continuação desta pesquisa pois se configuram em indicadores de qualidade de vida e saúde humana.

A *Redefining Progress* (2005), sugere algumas importantes melhorias na análise da Pegada Ecológica (*Ecological Footprint Analysis*): 1) incorporar e estabelecer o desenvolvimento sustentável; 2) refinar a técnica incluindo outras variáveis no cálculo da pegada; e 3) desenvolver uma base teórica e metodológica para avaliar águas contaminadas e gases como o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), compostos fluoretados (PFCs, HFCs e SF₆), e toxinas como arsênio e mercúrio, que estão influenciando nas mudanças climáticas globais.

2.3 A PEGADA LOCAL: ASPECTO DE ESCALA

A questão da sustentabilidade não pode ser pensada isoladamente, pois cada região deve ser compreendida na sua relação com as outras. Um fator primordial das sociedades contemporâneas é seu nível de interdependência regional. O novo conceito de Pegada Ecológica aponta um caminho para responder esta questão, permitindo avaliar o espaço ambiental que uma região depende do resto do mundo em termos da dimensão da Capacidade de Carga por nós apropriada do resto do planeta.

Mais que perguntar qual é a população ideal que pode ser sustentada numa determinada região, a pergunta sobre a Capacidade de Carga é redirecionada para se avaliar qual a área necessária para sustentar indefinidamente uma dada população com determinado nível de vida e certo padrão tecnológico. Desta forma fica transparente a incontestável relação que as regiões metropolitanas exercem sobre as demais regiões: são verdadeiras esponjas que absorvem toda a riqueza do país, empobrecendo seu amplo entorno (CECCA, 2001).

Os problemas ambientais sempre foram analisados localmente até recentemente, porém, na atual interdependência da economia global, a alimentação e a energia passam a ser mercadorias globais; a falta de produto ou a mudança de preços em uma região pode ter implicações mundiais. Um país que perde a fertilidade do solo poderá ter de importar alimentos, pressionando assim os campos de cultivos de outras áreas, assim como o aumento do preço do petróleo pelos países produtores acaba por impactar economicamente os países importadores deste produto.

Contudo, o espaço local, tanto urbano como rural, se constitui em um âmbito privilegiado para desenvolver esforços sistemáticos tendentes a resolver os problemas sociais e ambientais e elevar a qualidade de vida dos cidadãos. O estudo em nível local fortalece a participação da comunidade em torno dos problemas concretos e permite identificar facilmente os atores sociais envolvidos implantando estratégias de ação que se materializem de forma efetiva em um desenvolvimento local sustentável. O caráter específico dos problemas ambientais no nível local permite gerar projetos de ação concretos que tenham viabilidade política e técnica para a sua realização a partir de um diálogo entre a sociedade civil e o governo local.

Os problemas ambientais globais (diminuição da camada de ozônio e mudanças climáticas), influenciam diretamente nos espaços nacionais, regionais e locais, assim como, do mesmo modo, existem problemas ambientais regionais que têm repercussões em escala nacional e local. Mas, a maioria dos problemas ambientais são de origem local e têm repercussão direta na saúde e na qualidade de vida da comunidade ou municipalidade de onde se originam.

Alguns dos problemas ambientais locais mais freqüentes estão no setor urbano, dentre eles a contaminação do ar e da água, tratamento inadequado dos resíduos sólidos, uso indevido do solo, má qualidade dos alimentos, pavimentação excessiva e falta de áreas verdes. Já no setor rural, tem-se a falta de saneamento básico, manejo indevido dos dejetos e resíduos sólidos, erosão, desflorestamento, e praguicidas.

A Organização Panamericana de Saúde (OPS), publicou em 1998 a estratégia de Atenção Primária Ambiental (APA) que tem como objetivo orientar intervenções ambientais locais com o enfoque participativo e melhorar a qualidade

do ambiente de maneira que promova uma melhor qualidade de vida da população local.

Dentro desta estratégia podemos ressaltar algumas ações concretas pela comunidade local para a melhoria de seu ambiente, como: Elaboração de diagnósticos ambientais participativos; Apoio à fiscalização ambiental; Programa de manejo de resíduos (reciclagem); Elaboração de planos estratégicos participativos e execução de projetos; Campanhas de saúde pública e educação ambiental etc.

A fim de melhorar a qualidade e confiabilidade das informações ambientais a APA desenvolveu indicadores adequados para medir a situação ambiental local:

- População servida de água potável e saneamento básico;
- Porcentagem de resíduos sólidos tratados e manejados adequadamente (em função do volume total produzido);
- Porcentagem de lixo reciclado;
- Parâmetros locais da qualidade do ar e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Consumo de energia e água;
- Porcentagem de população em extrema pobreza;
- Superfície de áreas verdes per capita;
- Níveis de poluição sonora;
- Números de indústrias;
- Incidência e prevalência de enfermidades devido ao inadequado manejo ambiental (dengue, cólera, leptospirose, hanta vírus etc).

Estes indicadores servem como parâmetro metodológico para estudos na escala urbana. Contudo, o presente trabalho utiliza a “metodologia da Pegada Ecológica” (*ecological footprint method*) que utiliza outras variáveis estabelecidas para avaliação da sustentabilidade urbana.

Analistas afirmam que o *ecological footprint method*, como uma ferramenta que calcula a capacidade de carga apropriada, deve ser utilizado principalmente pelas cidades, pois elas dependem, para seu crescimento e sobrevivência, do meio ambiente. O modo de vida nas metrópoles geralmente

dificulta a percepção da real dependência da sociedade em relação à natureza. Apesar dessa dificuldade, a sociedade não está apenas conectada à natureza, mas é parte dela, pois comer, beber e respirar provocam a troca constante de matéria e energia (BELLEN, 2005).

No que se refere ao cálculo da PE de uma cidade, são definidas várias categorias de terrenos (agrícola, pastagens, oceanos, floresta, energia fóssil, pavimentado ou degradado, área para a proteção da biodiversidade etc.) e de consumo (alimentação, habitação, energia, bens de consumo, transportes etc.).

O cálculo da PE dos itens de alimentação, por exemplo, é em função da população, consumo e da produtividade dos produtos. Uma região que apresenta produtividade elevada, graças à prática de uma agricultura moderna, pode apresentar sua “pegada” diminuída; por outro lado, já que a produtividade da agricultura ocorre às expensas de mais energia, combustível fóssil, água por unidade produzida, pode representar um acréscimo na sua “pegada”, no cálculo dos outros itens de consumo.

Portanto, a PE de uma cidade será proporcional tanto a sua população como ao seu consumo de materiais *per capita*. A PE inclui todos os solos requeridos pela população estudada, ou seja, a capacidade de carga apropriada, qualquer que seja o local do planeta onde estão situadas. Cidades modernas sobrevivem com base nos bens ecológicos e serviços, seja apropriado a partir de fluxos naturais, ou adquiridos por intermédio de transações comerciais internacionais (Wackernagel e Riss, 2001).

A construção de indicadores locais, como a PE, depara-se na maioria das vezes, com a precária base de dados municipais. Além disto, um conjunto de indicadores construídos para uma cidade pode não captar as desigualdades existentes entre os bairros (que costumam ser profundas nas cidades de nosso país), bem como não revelar as imensas diferenças de classe ao interior da cidade (encobrendo o consumo excessivo e arrogante dos mais ricos).

Pesquisadores do Instituto de Ecologia Política do Chile (IEP) reconhecem esta diferença nos valores dos indicadores dentro de uma cidade. O IEP calculou a Pegada Ecológica para a cidade de Santiago, capital chilena, para fins comparativos com a pegada total do Chile, mas ainda não concluiu o cálculo da pegada dos diferentes setores da cidade.

Com 2.6 hectares por pessoa, a PE de Santiago é mais alta que a pegada do Chile, que é de 2.2 hectares por pessoa. Este estudo demonstra que a cidade tem capacidade ecológica apropriada para sustentar seu funcionamento. Os cálculos são uma estimativa aproximada da situação real, mas demonstram a magnitude do impacto ecológico desta cidade e de sua dependência da biosfera (Wackernagel, 1996).

A PE de Santiago do Chile foi medida por institutos de estatísticas nacionais e incluiu dados como a produção ecológica, a produção de recursos e comércio. Alguns dados de produtividade foram baseados nas estimativas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) de 1993. As variáveis utilizadas e suas medidas estão dispostas na tabela 2.

Tabela 2 – Medida da Pegada Ecológica dos habitantes de Santiago em hectares por pessoa.⁷

Área Cultivável	Energia fóssil	Terreno construído	Terra	Pastos	Bosque	Espaço marinho	Sub-total
Comida	0.11		0.35	0.75		0.24	1.45
Vegetais			0.32				0.32
Produtos animais				0.75		0.24	0.99
Água			0.03				
Casas e móveis	0.04	0.01			0.11		0.16
Transporte	0.25	0			0.04		0.29
Ruas	0.18						0.18
Ar	0.02						0.02
Zona costeira e rios	0.04						0.04
Bens	0.43	0	0.15	0.07	0.09		0.74
Produção de papel	0.18				0.09		0.27
Roupas (não-sintéticas)	0		0.02	0.07			0.08
Tabaco			0.13				0.13
Outros	0.25						0.25
Total	0.83	0.02	0.49	0.82	0.24	0.24	2.64

Fonte: IEP - Instituto de Ecologia Política do Chile, 2004.

⁷ Considerando uma população de 4.676.900 em Santiago de Chile no ano de 1992

Apesar de não ter realizado estudos sobre a PE em cidades brasileiras, a *Redefining Progress* (2004), já calculou para mais de 180 países e algumas cidades da Europa e Estados Unidos suas Pegadas Ecológicas. Um exemplo retirado do relatório é o cálculo da pegada da cidade de Santa Mônica (EUA) realizado por esta instituição em dois diferentes períodos, em 1990 e 2000, utilizando-se de dados locais disponíveis e, quando não disponíveis, dados estaduais, nacionais e regionais para substituí-los.

As variáveis utilizadas no cálculo da pegada de Santa Mônica incluíram: tipos de uso do solo, demanda de eletricidade, gás natural, gasolina e diesel, lixo gerado e reciclado, transportes e veículos, estradas pavimentadas e características das casas da cidade. No caso dos alimentos, os produtos consumidos e os dados locais dos serviços não estavam disponíveis, por isso, as médias do país, Estados Unidos, foram utilizadas no estudo.

Vale a pena ressaltar, entretanto, que a maioria dos alimentos e produtos consumidos pela cidade de Santa Mônica vêm de fontes locais ou regionais, e têm o potencial de diminuir os impactos ecológicos devido à energia reduzida e as exigências do transporte em comparação aos produtos importados.

Os resultados do cálculo da PE desta cidade revelam que entre 1990 e 2000 a pegada da cidade de Santa Mônica diminuiu $\frac{1}{2}$ acre por cada habitante da cidade e ficou aproximadamente 1,6 hectares menor que a média da pegada americana. Esta redução da pegada, que ocorreu em uma década, foi resultado da diminuição do uso de gás natural e diesel pela obtenção de energia geotermal, e pelo aumento da quantidade de lixo reciclável da cidade de Santa Mônica.

Numa base por pessoa, a pegada de Santa Mônica diminuiu de 8,5 hectares em 1990 para 8,3 hectares em 2000, mas ainda está quatro vezes maior que a média da pegada global de 2,1 hectares por pessoa. E segundo o relatório da *Redefining Progress* a pegada de Santa Mônica ainda é menor que a pegada da cidade de Sarasota, também nos Estados Unidos, e possui quase a mesma média que a cidade de São Francisco no mesmo país. O gráfico 4 demonstra esta redução em cada categoria de consumo.

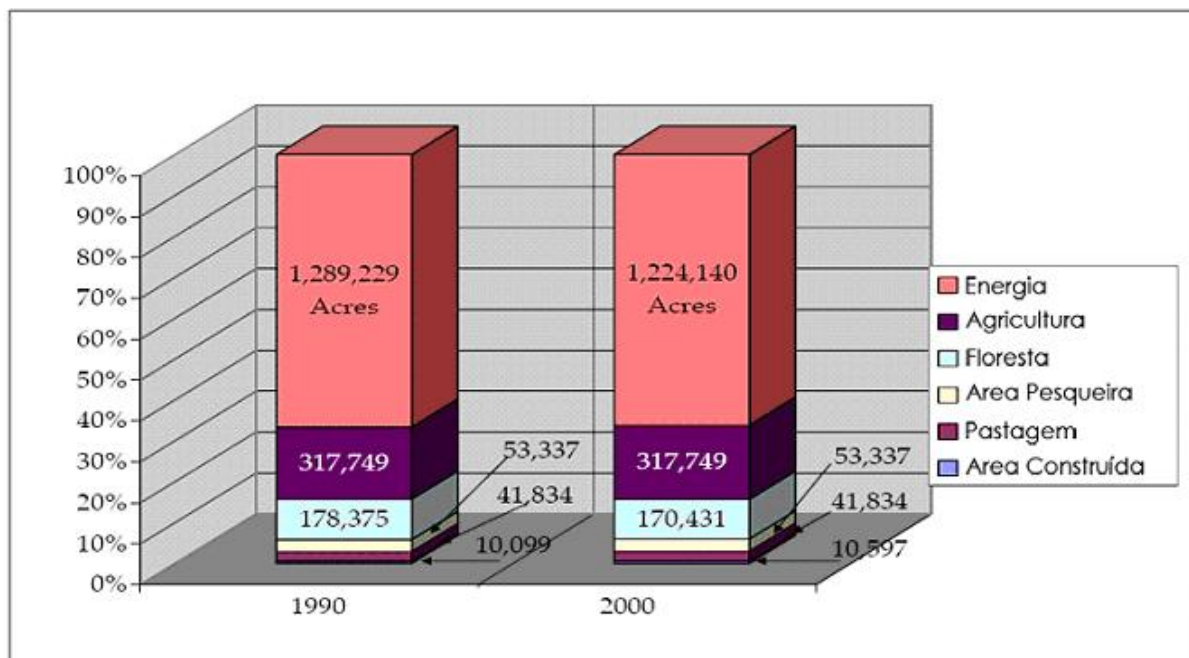


Gráfico 4 – Redução da Pegada Ecológica de Santa Mônica por Categoria.

Fonte: Redefining Progress (2004)

Entretanto, a cidade de Santa Mônica não pode ser considerada ecologicamente sustentável, pois ela ainda está 6,4 hectares acima da capacidade limite. O aumento do consumo de eletricidade, do uso de gasolina e área construída prejudicou os ganhos feitos nos anos 90 em relação à diminuição da pegada da cidade.

A prefeitura da cidade de Santa Mônica procura atualmente reduzir ainda mais sua pegada investindo em energia solar para abastecer casas e veículos, na melhoria do transporte público e na redução do consumo de combustíveis fósseis. É interessante observar que a cidade já conseguiu reduzir em uma década 50% da energia através da reciclagem e pretende continuar aumentando este número.

O cálculo da pegada da cidade de Santa Mônica serve como exemplo para uma avaliação da sustentabilidade urbana, podendo auxiliar também as políticas públicas de governos e prefeituras que têm interesse em avaliar a qualidade ambiental urbana.

Contudo, é importante enfatizar que as “pegadas ecológicas” calculadas não representam uma extensão contínua de terra, pois, devido ao

comércio internacional e aos ciclos biogenéticos globais, os homens usam recursos de todo o mundo, da mesma forma que socializam para todo o planeta os impactos negativos decorrentes do seu padrão de consumo, o que evidencia a forte dependência que uma região mantém relativamente a outros ecossistemas. (DIAS, 2002)

A área urbanizada de Londrina configura-se na escala de análise do presente trabalho que tem como objetivo calcular sua PE e contribuir em na gestão ambiental do município. A delimitação da zona urbana de Londrina, estabelecida pela Lei n. 7.484, de 20 de junho de 1998, que define o perímetro da Zona Urbana e da Zona de Expansão Urbana do distrito sede do município de Londrina⁸, foi considerada por sua relevância em compreender as áreas urbanizadas ou em vias de ocupação e as glebas com potencial de urbanização que ainda não sofreram processo regular de parcelamento.

⁸ A Zona de Expansão Urbana é aquela externa à Zona Urbana onde se prevê ocupação ou implantação de equipamentos e empreendimentos considerados especiais e necessários à estrutura urbana. A transformação de Zona de Expansão Urbana em Zona Urbana fica vinculada ao processo de aceitação de loteamentos regularmente aprovados e implantados ou o visto de conclusão de obras regularmente aprovadas e construídas.

3 LONDRINA E SUA PEGADA ECOLÓGICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE EXPANSÃO URBANA DE LONDRINA

Situado entre 23°08'47" e 23°55'46" de Latitude Sul e entre 50°52'23" e 51°19'11" a Oeste de Greenwich (figura 1), o município de Londrina ocupa, segundo o IBGE, 1.724,7 Km², cerca de 1% da área total do Estado do Paraná e possui atualmente uma densidade demográfica de 259 hab/ km².

A área urbana e de expansão de Londrina em 2000, corresponde a 245,52 Km² e abriga 94% da população do município. Da área total da sede urbana no município de Londrina, mais de 48% correspondem à classe Agropastoril que somada à de Vazio Urbano atingem mais de 55%. Os Espaços Construídos correspondem a 31,67% do total da área incluída nos perímetros urbanos e de expansão (Atlas Urbano Ambiental de Londrina, 2006). O limite da área ou zona de expansão urbana de Londrina, foi importado do banco de dados do Grupo de Pesquisa IMAP&P - UEL/CNPq, e sua localização está demonstrada na figura 2.

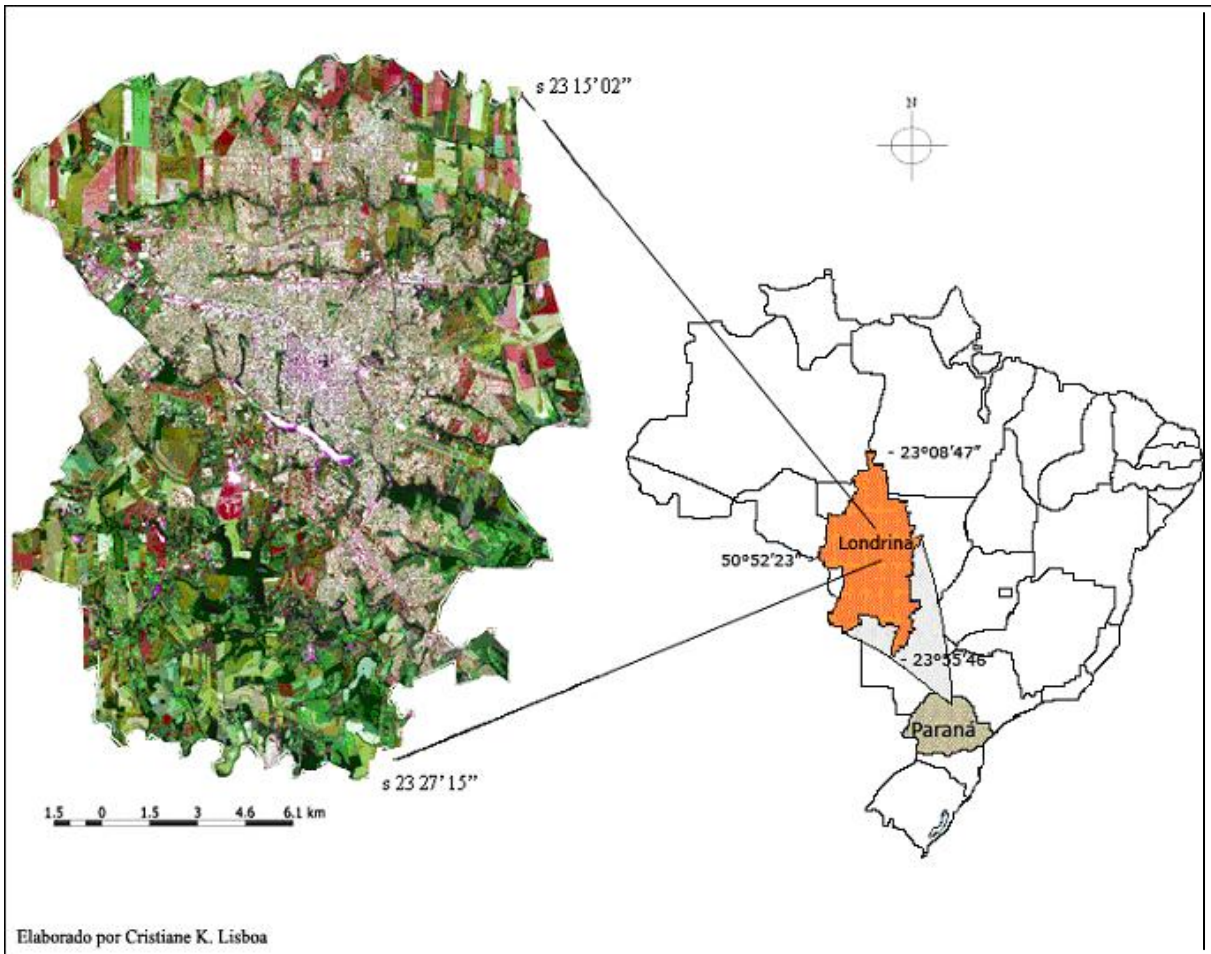


Figura 2 – Localização da Área de Expansão Urbana de Londrina – PR

Londrina foi fundada em 1929 pela Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP) e emancipada em 1934. Cresceu com a economia regional cafeeira que marcou o início da colonização desta região. A cafeicultura desenvolveu-se até os anos 60 e ocasionou uma forte migração campo-cidade; após o seu declínio, posteriormente a produção de soja-trigo, possibilitou também rápido crescimento populacional e da malha urbana.

As terras adquiridas pela CTNP compreendiam aproximadamente 1319 ha, onde foi implantada uma estrutura fundiária baseada em pequenas propriedades (10 a 20 ha, em média). A área urbana da cidade fora planejada pela companhia para cerca de 20 mil habitantes, entretanto, já em 1945 este número havia sido ultrapassado e a população urbana atingia aproximadamente 22.500 habitantes (BARROS,1998).

Londrina foi criada com uma função específica de ser sede da CTNP e de se tornar a capital regional para cumprir a função de centro de abastecimento e comercialização de toda a área agrícola administrada pela companhia. Isto vinculou suas principais funções urbanas ao setor terciário e atualmente a cidade mantém a função de prestação de serviços e é o setor terciário que detém o maior valor de produção do município.

Com o declínio da produção cafeeira na região, a cafeicultura foi substituída por culturas cerealistas rotativas, principalmente pela soja e trigo. Nessa troca, a mão-de-obra utilizada na colheita do café já não era mais necessária, o que provocou um intenso processo de êxodo rural, principalmente nas décadas seguintes quando houve a mecanização da lavoura e a utilização de insumos agrícolas, a devastação da Floresta Tropical-Subtropical, e o rápido esgotamento dos solos ocasionado pela falta de cuidados e manejo.

A modernidade trouxe várias transformações à estrutura de produção e também ao uso do solo, repercutindo na qualidade do ambiente. A substituição da cultura perene pela rotativa expõe o solo por alguns meses do ano, possibilitando a lavagem do substrato mais fértil pela lixiviação pluvial; a erosão do terreno e o assoreamento de rios e córregos, além da contaminação do solo e da água pela utilização de fortes insumos utilizados no controle de pragas. (Atlas Urbano Ambiental de Londrina, 2006)

O planejamento inadequado e o descaso com os elementos naturais repercutiram na qualidade ambiental e de vida da população, principalmente da mais carente. A rápida expansão urbana de Londrina reflete a forma acelerada e desorganizada de desenvolvimento das cidades tropicais (êxodo rural), onde as relações econômicas se desenvolvem em detrimento das sociais.

Segundo o último Censo Demográfico do IBGE levantado em 2000, a população urbana residente no município de Londrina é de 433.369 habitantes, ou seja, 96,93%, já a população rural é de 13.696 habitantes, ou 3,07%, totalizando 447.065 habitantes no município.

Tabela 03 – Evolução da população residente do município de Londrina

ANO	URBANA		RURAL		TOTAL		Taxa de crescimento geométrico
	N°	%	N°	%	N°	%	
1950	34.230	47,93	37.182	52,07	71.412	100,00	-
1960	77.382	57,40	57.439	42,60	134.821	100,00	6,60
1970	163.528	71,69	64.573	28,31	228.101	100,00	5,40
1980	266.940	88,48	34.771	11,52	301.711	100,00	2,82
1991	366.676	94,00	23.424	6,00	390.100	100,00	2,36
1996	396.121	96,02	16.432	3,98	412.553	100,00	-
2000	433.369	96,93	13.696	3,07	447.065	100,00	2,02

Fonte: Censos Demográficos 1950, 1960, 1970, 1980, 1991; Contagem da população 1996; Censo Demográfico 2000 – IBGE.

De acordo com a tabela 03, foi nos anos 60 e 70 que ocorreu o *boom* populacional do município, 6,60 %, devido ao crescimento da economia cafeeira na região. Entre 1970 e 1980, foram acrescidos mais de 100 mil novos habitantes na cidade, evidenciando um grande êxodo rural por um lado, e por outro, a atração exercida pela cidade. A partir de 1980 a taxa de crescimento diminuiu para 2,82 %, sendo que a taxa da população rural caiu de 42,60 % em 1960 para 3,07 % em 2000, proporcionalmente ao crescimento da população urbana que era de 57,40 % e chegou a 96,93 %, alta em relação à média brasileira e mundial. Ou seja, Londrina teve um aumento de 265% de população urbana no período entre 1970 e 2000.

Em 1980, a área urbana atingiu 57,9 km², aumentando 1,67 vezes em relação a 1970. Os seus limites ultrapassaram, ao norte, os limites do Ribeirão Lindóia com a construção dos primeiros conjuntos habitacionais no Cinco Conjuntos. Com a grande expansão da malha urbana no sentido norte-noroeste a cidade apresentou indícios de conurbação com a área urbana de Cambé, que também se expandiu em direção à Londrina.

Na década de 1980, ocorreram importantes transformações relacionadas ao uso do solo na área urbana de Londrina, especialmente na região central, por meio da reconstrução do espaço anteriormente construído, que trouxe uma nova configuração à cidade. O processo de verticalização é uma característica importante dessa década, ocorrido principalmente com as construções de edifícios

residenciais no eixo central da cidade e em seu entorno. (Atlas Urbano Ambiental de Londrina, 2006)

Continuando a tendência das décadas anteriores, na década de 1990, a cidade torna-se cada vez mais espalhada, porém ocorre também um preenchimento dos espaços vazios entre o centro e as periferias. Após 2000, além da expansão vertical em bairros da região sul, a tendência marcante é o aparecimento dos condomínios horizontais fechados, que se instalam por toda a cidade, com áreas diferenciadas, conforme o padrão local, mas principalmente, na região sudoeste.

A cidade de Londrina sofre com sérios problemas de ordem sócio-ambiental como a desigualdade de moradia, acesso aos serviços e infra-estrutura, e qualidade ambiental. Dados da Companhia de Habitação de Londrina (Cohab) indicam a existência na cidade de pelo menos 65 bolsões de pobreza onde vivem 9.439 famílias, algo em torno de 47 mil pessoas, praticamente 10% da população de Londrina. A maior parte das famílias (4.199) vive nos assentamentos em regularização, no entanto, 8.730 pessoas ainda residem em ocupações irregulares. Destas áreas com ocupação irregular, 63% são fundo de vales, que por serem áreas de preservação permanente, não podem ser regularizadas. (Jornal de Londrina, pg. 4, 20 de agosto de 2006)

De acordo com Barros, 1998, além destas conseqüências, o acelerado crescimento trouxe também um crescimento anárquico, traduzido pelo excessivo número de lotes vazios, ocupação em locais indesejáveis, como no fundo de vales ou em terrenos com altas declividades, forte verticalização, surgimento de favelas e problemas de ordem ambiental como: retirada quase total das matas. Atualmente a existência de verde urbano é restrito, mesmo no entorno da cidade, poluição os cursos d'água, formação de ilhas de calor, poluição sonora etc.

Cunha (1991), em estudo sobre o Ribeirão Cambé, alerta para problemas graves de degradação ambiental devido lançamento de efluentes de indústrias poluidoras e esgotos domésticos, lixo depositado em diversos locais, poluindo as nascentes e fundos de vale, erosão das vertentes e assoreamento em diversos trechos. As alterações ambientais observadas são decorrentes da ação antrópica e da falta de planejamento, aliado à inoperância do poder público quanto ao emprego da legislação ambiental existente, que permitiu a instalação de indústrias, loteamentos e aterros em locais indevidos e protegidos por lei. O

desmatamento generalizado e o lançamento de dejetos e efluentes completariam os agentes causadores da degradação.

A área urbana londrinense é hoje um espaço de contradições que reflete a lógica do capital excedente onde apenas alguns são beneficiados em detrimento da baixa qualidade de vida de muitos. O espaço urbano revela diferenças intra-urbanas muitas vezes desiguais decorrentes das diferenças econômicas. O uso do solo sendo uma expressão das relações socioeconômicas do território expõe apropriação da natureza pelo homem e as alterações impostas por ele. A área urbana já ultrapassou os limites municipais, ocupando áreas da periferia dos municípios vizinhos, e a expansão da malha urbana encontra-se comprimida nas direções leste-oeste pelas cidades de Ibiporã e Cambé. (BARROS, 1998)

Ainda segundo Barros (1998), a zona norte de forma quase homogênea, caracteriza-se pelos grandes conjuntos habitacionais, destinados principalmente para a população de baixa renda. No extremo sul, onde predominam as declividades mais acentuadas, constitui-se numa área de expansão mais recente, reservada para a população carente, onde a pobreza acentuada, com alta densidade demográfica, fazem da região uma área de grande tensão social.

À classe média e de alta renda, foram reservadas áreas do centro e atualmente o centro sul, onde uma boa infra-estrutura é notavelmente melhor. Ali se localizam as principais áreas verdes e de lazer como o Lago Igapó (crescimento de loteamentos arborizados). As áreas verdes encontram-se concentradas no sul, enquanto que as áreas com maiores densidades demográficas apresentam deficiência em áreas de lazer e reservas verdes (LAKOSKI, 1991).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Cálculo da Pegada Ecológica da Cidade de Londrina

Para calcular a PE de uma dada população inicialmente é necessário estimar a área apropriada para a produção dos principais itens de consumo (energia, alimentação, florestas, produção etc.) ou para a absorção de

resíduos liberados. Cada categoria de consumo é convertida numa área de terreno por meio de fatores calculados para o efeito e o total *per capita* da Pegada Ecológica é o somatório dos itens de consumo considerados.

Para a cidade de Londrina, inicialmente foi calculada a quantidade de área por habitante na área urbana e de expansão, dividindo a população urbana (433.369 habitantes), pela área total urbana (245,52 km²), o que resultou em 1818,6 hab/ km². Transformando este valor para hectares chega-se em 18,186 hab/ ha, invertendo esta fração, tem-se **0,05498 ha/ hab**. Isto significa que existem 0,05 hectares para cada habitante da cidade de Londrina. Contudo, este valor não corresponde ainda à pegada ecológica de cada um, pois a pegada significa a área necessária e disponível para consumo e desperdício de cada habitante que é diferenciada segundo a classe social e econômica de cada indivíduo da cidade, ou seja, sua capacidade de consumo e seu modo de vida.

Na definição da PE da cidade definiu-se o ano de 2004, como o ano de referência. Para os dados coletados que não correspondiam ao ano referência, realizou-se uma estimativa aproximada; sendo assim, todos os cálculos configuraram-se numa aproximação da realidade. As variáveis escolhidas para a realização do cálculo, além de seguirem as recomendações dos autores da abordagem da PE, atendem também à formação dos grupos funcionais, ou seja, àqueles que melhor expressam o metabolismo do ecossistema urbano (o aumento da população humana, as alterações de uso/cobertura do solo e consumo), envolvidos com as alterações ambientais globais.

Na definição dos indicadores para estimar a PE da cidade de Londrina, foram estabelecidas variáveis que se enquadram mais com a realidade urbana da cidade. As variáveis utilizadas na análise do cálculo estão abaixo relacionadas. As mesmas foram obtidas em diferentes fontes, ou seja: a partir de interpretação visual de imagem orbital, em órgãos públicos municipais, instituições, sindicatos, no Censo Demográfico do IBGE de 2000, ou ainda a partir de entrevistas.

- **Área verde:** A área verde é um item importante e contribui positivamente para amenizar a Pegada Ecológica de uma dada região, já que contribui na absorção do CO₂ da atmosfera. A área verde da cidade de Londrina foi obtida a partir da interpretação visual da imagem de satélite SPOT de 2004, utilizando o programa SPRING. As áreas foram reconhecidas e delimitadas e somadas para o cálculo da pegada.

- **Área urbana construída:** Esta variável corresponde à área construída na área urbana de Londrina, e foi obtida também a partir da interpretação visual da imagem de satélite SPOT de 2004, utilizando o programa SPRING. As áreas construídas correspondem às áreas impermeabilizadas na cidade dificultando a absorção da água pelo solo e do CO₂ pela vegetação, o que implica no agravamento da pegada.

- **Áreas em ocupação ilegal:** São áreas com impacto ambiental significativo no ambiente urbano causado pelo uso indevido do solo nas áreas de preservação⁹. As informações para o cálculo destas áreas foram obtidas através da interpretação de imagem SPOT, 2004. Devido ao prévio conhecimento de haver em Londrina, áreas com ocupação irregular em fundos de vale e também em declividades impróprias para a ocupação urbana, elaborou-se as cartas de APP's e a de declividade, utilizando ferramentas do SPRING, obtendo a Carta de Restrição de Uso. Esta carta foi cruzada com a Carta de Uso do Solo de Londrina de 2006 (fornecida pelo grupo IMAP&P), obtendo então a carta de Ocupação Ilegal do Uso do Solo.

- **Cálculo do consumo de carne bovina (*per capita*):** Foi considerado como parâmetro o consumo médio *per capita* de carne bovina em Londrina por ano. Os dados de consumo na cidade de Londrina foram levantados através de entrevistas realizadas durante o ano de 2006, nos principais supermercados da cidade, para estimar a média de vendas e com isso a quantidade de bois que a população consome por ano, os quais foram multiplicados pelos hectares necessários para se criar um boi na região.

O consumo da carne vermelha implica no aumento da pegada pois, no processo de criação do gado bovino são emitidas toneladas de metano (CH₄) para a atmosfera durante a ruminação. O gás metano é vinte e três vezes mais potente que o dióxido de carbono (CO₂) danificando muito mais o equilíbrio atmosférico (Embrapa, 2005).

- **Consumo de alimentos (*per capita*):** Utilizaram-se dados fornecidos por gerentes dos principais supermercados de Londrina, em entrevistas

⁹ De acordo com a Lei Federal 4.771/65 (Código Florestal), são consideradas APP's áreas que margeiam os cursos d'água (rio, nascente, lago, represa), encosta, local de declividade superior a 30% ou 45° e outras situações quando declaradas pelo poder público. Esta lei define em seu art. 2º que as faixas ribeirinhas devem ter no mínimo 30 metros de largura quando a largura do rio não ultrapassar 10 metros, e as nascentes devem ser protegidas num raio de 50 metros.

realizadas durante o ano de 2006, para estimar a média de consumo *per capita* dos principais alimentos pela população de Londrina, como: arroz, feijão e carne bovina. O cálculo da área de cultivo destes alimentos foi realizado para chegar-se a uma estimativa aproximada dos impactos ambientais causados pela agricultura como salinização, erosão, contaminação de aquíferos por produtos químicos, que influenciam no aumento da pegada.

A agricultura também contribui para o efeito estufa com emissões de gases. O metano (CH₄), e o óxido nitroso (N₂O), são os principais gases emitidos pelo setor agropecuário, contribuindo com 15% e 6%, respectivamente, para o forçamento radiativo global (Embrapa, 2005). As fontes agrícolas de gases de efeito estufa são o cultivo de arroz irrigado por inundação, a pecuária, dejetos de animais, o uso agrícola dos solos e a queima de resíduos agrícolas.

- **Emissões produzidas pela queima de combustíveis fósseis:**

Foi tomada como base a quantidade de automóveis que circulam na cidade através dos dados disponíveis no DETRAN. Tomou-se como parâmetro o consumo médio de combustível de um carro que é de 822,1 litros por ano e também que cada litro de combustível libera 2,3 kg de CO₂. Esta variável implica na pegada de forma negativa devido à grande quantidade de poluição atmosférica (monóxido de carbono – CO e dióxido de carbono - CO₂) na área urbana da cidade.

- **Consumo de eletricidade:** Foi estabelecido através da soma das áreas (ha) das bacias hidráulicas dos açudes que compõem o sistema de abastecimento da cidade de Londrina, dividido pela população. Esta área, que foi alagada para suprir as necessidades energéticas da cidade, causou impacto ambiental, com a diminuição das áreas verdes, implicando de forma negativa sob a pegada.

As grandes hidrelétricas afetam a temperatura média local, a quantidade e frequência das chuvas e a umidade relativa do ar. Também contribuem para a emissão do metano, em razão da decomposição da vegetação submersa. Além disso, causam um impacto social à medida que habitantes locais precisam ser desalojados de suas terras devido à construção da hidrelétrica¹⁰.

- **Consumo de água:** O consumo anual de água na cidade de Londrina foi fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, que

¹⁰ Segundo o GREENPEACE, 2006, cerca de 330 mil pessoas já foram desalojadas de suas terras e nunca foram reassentadas.

também forneceu a porcentagem da vazão anual da Bacia do Ribeirão Cafezal, para atender a demanda, e assim, a área necessária para o abastecimento de água da cidade. A água, como variável, influencia negativamente na pegada devido ao fato de que após seu processo de consumo retorna ao ambiente natural poluída.

- **Produção de lixo:** Sua quantidade foi obtida pela quantidade (kg) de lixo produzido por pessoa, no ano de 2004 na cidade de Londrina, subtraída pela quantidade de lixo reciclável por pessoa, e foi disponibilizada pela Prefeitura de Londrina. A produção de resíduos também influencia negativamente na pegada à medida que em seu processo de decomposição são emitidos gases nocivos para a atmosfera como o metano e o gás carbônico.

As variáveis acima foram utilizadas para o cálculo da PE total da cidade, ou seja, para cada variável estimou-se sua pegada e os valores correspondentes foram então somados a fim de se obter um índice final para Londrina.

3.2.2 Cálculo da Pegada Ecológica Intra-Urbana de Londrina

Sabendo-se que a cidade apresenta heterogeneidade intra-urbana, tanto social como econômica e ambiental, a qual repercute no cálculo da PE, buscou-se identificar espacialmente estas diferenciações.

Para isto, separou-se as variáveis qualitativas, que representam aspectos de qualidade de vida e ambiental (Área verde, Área urbanizada e de Restrição de uso), das variáveis quantitativas constituídas por variáveis de consumo (Renda, Serviço de Coleta de Lixo, Rede de Esgoto Sanitário), que têm influência direta da renda da população e, por consequência, na PE.

As variáveis: Área verde e Área urbanizada, resultaram da interpretação da Imagem do SPOT de 2004; a Área de ocupação ilegal, é resultado da somatória da carta de declividade com a de APP (áreas de fundo de vale e nascentes) para definição das áreas de uso restrito e o cruzamento desta com a de Uso do Solo de 2004 (IMAP&P, 2006); as variáveis: Renda, Serviço de Coleta de Lixo, Rede de Esgoto Sanitário, são resultados dos dados do Censo Demográfico do IBGE de 2000.

Para cada uma destas variáveis foi confeccionada uma carta temática, as quais foram inseridas no Banco de Dados Cartográfico do SPRING 4.2 (desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), para os cruzamentos necessários e para a elaboração da carta síntese que representa a Pegada Intra-urbana de Londrina.

Os dados quantitativos foram obtidos em órgãos públicos municipais, instituições, sindicatos e dados do IBGE, relativos ao censo de 2002 para elaboração de cartas temáticas. Os dados de aspectos qualitativos da cidade foram obtidos a partir da interpretação visual da imagem SPOT (2004) também para elaboração de cartas temáticas, a fim de cruzá-las e obter um mapa de síntese da pegada de Londrina, o qual representa a pegada intra-urbana da cidade.

Considerando que “os produtos do sensoriamento remoto são materiais importantes em estudos de análise ambiental e os padrões identificados na imagem orbital podem ser considerados como indicadores das desigualdades ocorrentes no mosaico urbano e por sua vez, da caracterização socioeconômica-ambiental da população urbana” CECCATO (1993, apud BARROS, 1998), cada um destes padrões podem demonstrar qualitativamente as diferenças intra-urbanas, auxiliando assim, nos cálculos da Pegada Ecológica.

O Sensoriamento Remoto orbital e os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) também agilizam a coleta de dados e a análise integrada das informações ambientais constituindo-se numa técnica de grande utilidade, pois permite, em um curto intervalo de tempo, a obtenção de grande quantidade de informações sobre o uso e ocupação do solo (SILVA; BARROS, 2003). Devido ao fato da Pegada Ecológica ser sempre dinâmica, o banco de dados de um SIG se torna um valioso instrumento pois pode ser constantemente atualizado, com a inclusão de novos dados ou atualização, e com possibilidade de novos cruzamentos das informações.

O software PHILCARTO, programa de cartografia temática desenvolvido na França pelo geógrafo Philippe Waniez (2002), foi utilizado para tratamento de dados socioeconômicos. Através do PHILCARTO foram elaboradas as cartas da concentração de renda, serviço de coleta de lixo e saneamento, variáveis que interferem no consumo da população e na sua condição de obtenção de infra-estrutura básica.

A ferramenta Álgebra de Mapas - LEGAL, do SPRING, se constituiu na principal técnica necessária ao cruzamento de todas as classes temáticas das cartas confeccionadas, a fim de gerar a carta da estimativa da pegada da cidade de Londrina, delimitando assim as áreas homogêneas e caracterizando-as. Estes procedimentos estão explícitos no organograma apresentado na figura 3.

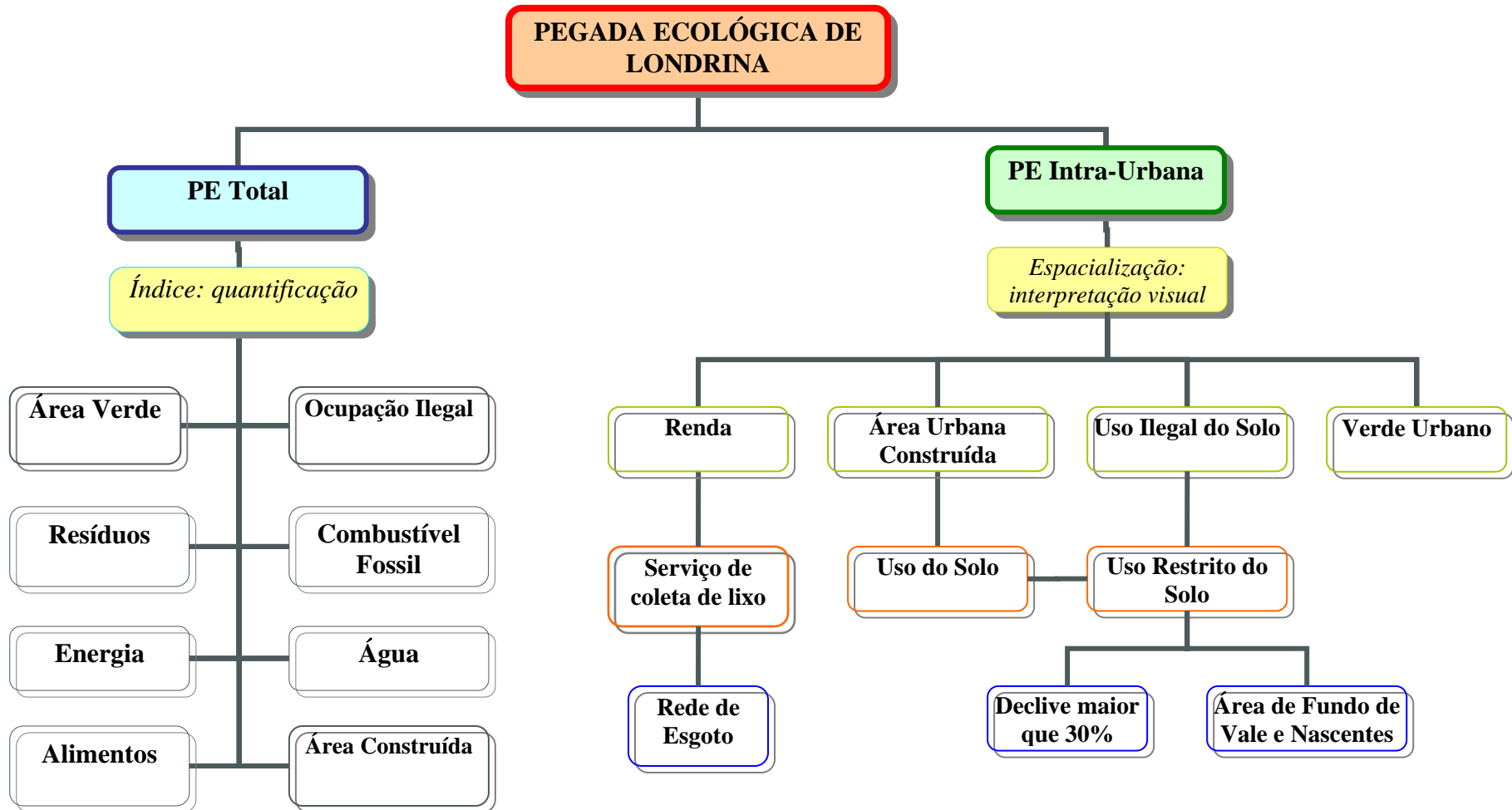


Figura 3 – Organograma

3.3 A PEGADA ECOLÓGICA DE LONDRINA

1. Área Verde: A partir da interpretação visual da imagem SPOT 2004, obteve-se os dados de verde urbano, estimados através da soma das áreas com vegetação em fundo de vale (Foto 1), parques ou reservas, vegetação em vias públicas, parques de quarteirão e jardins públicos, totalizando 3.323 ha de vegetação. Dividindo este total de área pela população urbana de Londrina (433.369 habitantes) obteve-se a pegada de **0,007668 ha/ pessoa** de áreas verdes. É preciso considerar que o valor da pegada de áreas verdes será negativo na soma da pegada total¹¹, pois representa a área de absorção de CO₂; ou seja, quanto maior a área de verde urbano, melhor para a qualidade do ambiente diminuindo assim sua pegada.



Foto 1 – Vegetação em fundo de vale e ruas de bairro residencial em Londrina

2. Área Urbana Construída: No cálculo do total de área urbana construída, foi considerado o total de 8.227 ha da mancha urbana encontrada através da interpretação visual da imagem SPOT 2004. Dividindo a área total construída pela população urbana de Londrina (433.369 habitantes), obtém-se a pegada de **0.018983 ha/ pessoa**.

¹¹ A determinação da área verde necessária para absorver gás carbônico e metano corresponde à relação 1 ha para 1,8 t de CO₂ sugerida por Wackernagel e Rees (1996).

A área urbana da cidade de Londrina é 245,52 km², ou seja, 15% da área total do município, estando abaixo da média brasileira de 37% (Embrapa, 2005). Quanto maior a taxa de urbanização, maior se torna a pegada de uma cidade. Em Londrina esta taxa está bem distribuída, o que não influencia significativamente no tamanho de sua pegada. No centro da cidade encontra-se uma urbanização mais adensada, que diminui de intensidade à medida que se avança para áreas periféricas onde os espaços verdes estão mais presentes, como ilustrado na Foto 2.



Foto 2 – Vista do centro urbano de Londrina

3. Cálculo das Áreas em Ocupação ilegal: As áreas de uso restrito à urbanização, ou seja, fundo de vales, nascentes e de declives acentuados, somam 21,30 Km², deste total, 5,40 Km² (25%) encontram-se com ocupação irregular, ou seja, com atividades urbanas. Considerando este 5,40 Km², ou, aproximadamente 500 hectares, divididos pela população urbana (433.369 habitantes), tem-se uma pegada de área ilegal de **0.001153 ha/ pessoa**. Esta pegada demonstra não haver uma significativa ocupação nas áreas com restrição do uso do solo em Londrina.

A área de ocupação ilegal foi calculada a partir da somatória das áreas com declividade superior a 30% e as áreas de proteção permanente em fundo de vale e nascentes, ilustradas nas cartas 7 e 8 no capítulo 3.4 deste trabalho. Estas áreas foram selecionadas para a realização do cruzamento com a carta de Uso do

Solo de 2006, obtendo assim o valor em hectares de áreas que estão ocupadas indevidamente.

4. Carne bovina e Alimentos: Como a cidade não é abastecida com alimentos provindos apenas de seus limites territoriais, mas também de outros municípios (ou até mesmo do exterior), não é possível contabilizar apenas a produção dos mesmos. Por conta disso, tomou-se como base para cálculo da pegada de consumo destas variáveis a média de consumo *per capita* dos alimentos mais consumidos (arroz, feijão e carne bovina) no Brasil segundo Bleil (1998).

As entrevistas realizadas nos principais supermercados da cidade, localizados em diferentes pontos da cidade, tiveram como objetivo coletar dados de venda de arroz, feijão e carne bovina em Londrina e saber a média de circulação de pessoas nestes estabelecimentos para chegar numa estimativa aproximada do consumo destes alimentos, como demonstra a tabela 04 abaixo.

Tabela 04 – Consumo médio de alimentos *per capita* ao ano em Londrina

Supermercado	Circulação média de clientes (por semana)	Média da venda de Carne bovina (kg por semana)	Média da venda de Arroz (kg por semana)	Média da venda de Feijão (kg por semana)
<i>HIPERMUFFATO</i> Av. Tiradentes	9 mil	1.500	6.000	680
<i>ALMEIDA SUPERMERCADO</i> Av. Tiradentes	20 mil	3.500	2.625	750
<i>CONDOR</i> Centro	24 mil	6.000	10.696	2.410
<i>VISCARDI</i> Av. Celso Garcia Cid.	8 mil	900	500	350
<i>SUPERMERCADO GOLFINHO</i> Av. São João, 1460	6 mil	8.400	2.000	1500
<i>FATÃO</i> Av. Brasil, 533	17 mil	3.000	5.000	3.400
<i>CARREFOUR</i> Shopping	34 mil	11.250	7.500	6.300
MÉDIA TOTAL (kg por ano)	-	14,52	14,43	6,471

De acordo com a tabela 4, a média de consumo de carne bovina *per capita/ ano* nos principais supermercados de Londrina é de 14,52 Kg. Sabendo que um boi consumido representa 250 kg de carne, chega-se a 25.170 bois por ano

consumidos em média pela população de Londrina. Se cada boi necessita de 4 hectares ao ano até ser abatido, são necessários 100.680 ha no total. Dividindo esta área pela população urbana de Londrina (433.369) obtém-se uma pegada de **0,02323 ha/ pessoa** para o consumo de carne bovina no município.

Para encontrar a pegada de alimentos, somou-se a média de consumo dos dois principais alimentos que contém a cesta básica brasileira (arroz e feijão), pela população de Londrina, obtendo-se 20,9 kg. Sabendo que para produzir 56.779 kg de alimentos é necessário 1 hectare (Embrapa, 2005), para 20,9 kg serão necessários 3,681 hectares, dividindo este valor pela população obtemos a pegada de alimentos que é de **0,8493 ha/ habitante** de Londrina. Esta pegada está alta em relação às outras encontradas. O elevado consumo de alimentos pela população contribui negativamente na pegada total da cidade de Londrina.

6. Combustível Fóssil: Para o cálculo das emissões produzidas pela queima de combustíveis fósseis¹², tomou-se como base o consumo médio de combustível de um carro que é de 822,1 litros por ano. Tendo em conta que cada litro de combustível libera 2,3 kg de CO₂, e que a frota total de veículos de Londrina em 2004 era de 183.952 (Tabela 05), chega-se a 347.254.807 kg de CO₂ emitidos neste período. Como 1,8 t de CO₂ emitido será absorvido por cada hectare de área verde, tem-se 209.03 ha para absorção total de CO₂ emitido por veículos em Londrina. Dividindo esta área pela população urbana do município obtém-se **0,48 ha/ pessoa** em relação ao consumo de combustíveis fósseis.

¹² Não foi considerado os veículos movidos à álcool. Será preciso incluir estes posteriormente para o aperfeiçoamento do cálculo da PE de Londrina, visto que, no processo de produção do Etanol são realizadas grandes quantidades de queimadas da cana-de-açúcar.

Tabela 05 – Veículos Automotores em Londrina- 2004

Classe de automóveis	Quantidade
Automóvel	110.315
Caminhão	6.436
Caminhão- trator	1.228
Caminhoneta	14.171
Ciclomotor	2.957
Microônibus	371
Motocicleta	28.046
Ônibus	1.389
Reboque	3.981
Outros	3.125
TOTAL	183.952

Fonte: DETRAN – LONDRINA

7. Energia: A partir do consumo total de energia do município de Londrina num período de um ano, 948.824 MWh (Tabela 6), definiu-se a quantidade média de consumo do município durante o período de 24 horas (108,313 MW) para dividir pela quantidade produzida por Itaipu (9,3 MW/ km²) e assim obter a área utilizada na produção de energia para Londrina (11,6465 km²). Transformando esta área em hectares tem-se 1164,65 ha, dividindo esta área pela população urbana de Londrina (433.369 hab), obteve-se a pegada de energia de **0,002687 ha/ pessoa**.

A proximidade da cidade com a usina hidrelétrica de Itaipu fez com que a pegada de energia de Londrina fosse considerada relativamente baixa. A usina possui um coeficiente de área alagada por megawatt gerado exemplar no âmbito mundial. O Brasil em geral, não possui uma pegada significativa de energia. Apesar dos impactos ambientais causados, as usinas hidrelétricas são consideradas como fontes de energia limpa.

Tabela 6 – Consumo de energia elétrica do município de Londrina (2004)

Local	N° de Consumidores	Consumo (mwh)
Residencial	140.596	290.323
Industrial	4.284	252.541
Comercial	16.591	215.494
Rural	2.803	17.434
Poder Público	810	31.539
Iluminação Pública	235	43.968
Serviço Público	65	73.579
Próprio	16	1.341
TOTAL	165.400	948.824

Fonte: COPEL

Organização: Gerência de Pesquisas e Informações DS/ SEPLAN – PML

8. Água: No cálculo da pegada do consumo de água pela cidade de Londrina, foi tomado como parâmetro a área da bacia de captação e a vazão média da do rio Tibagi que é de 24.635 km² e 216,27 m³/s (que abastece 54% da população de Londrina) e do Ribeirão Cafezal que é de 150 km² e 910 l/s (que abastece 40% da população de Londrina). (SANEPAR, 2002, FEIJÒ, 2004, VIANA, 2004). A água provinda de poços abastece 6% da população e não foi considerada pois não se teve acesso à área total ocupada pelas águas subterrâneas.

Se o volume de água consumido por Londrina, é de 2203537 m³/mês (Tabela 7), sabe-se que a cidade detém 0,0020% da vazão total da bacia do Rio Tibagi e 0,37% da sub-bacia do Ribeirão Cafezal. Multiplicando esta porcentagem pela área de captação total das bacias chega-se a uma área de 106,86 km², ou 10.686 ha, que são as áreas das bacias usadas para abastecer Londrina. Dividindo esta área pela população urbana de Londrina chega-se a pegada da água de **0,02465 ha/ pessoa**, uma pegada dentro da média e dos padrões de consumo brasileiro.

Tabela 7 – Abastecimento de água e Capacidade de produção diária do município de Londrina -2003.

Município	% da Pop. Abastecida	Volume Consumido (m³ / mês)	Extensão da Rede (m)	Volume de Água Distribuído
Londrina	97,86	2.203.537	2.137.764	26.690.527 m ³
Região Metropolitana	-	-	3.219.248	-

Fonte: SANEPAR/ SAAE/ SAMAE e PREFEITURA DE LONDRINA

9. Produção de Lixo: Para o cálculo da pegada do lixo, utilizou-se dados da Prefeitura Municipal de Londrina/ CMTU, ano base 2002, relativos à coleta de lixo doméstico e hospitalar - coleta anual (t/ ano) e de reciclagem. Para a estimativa deste índice, subtraiu-se a quantidade total de lixo coletado na cidade (Tabela 8), pela quantidade total de lixo reciclado (Tabela 9), no ano de 2002, resultando em 84.240.000 kg.

Tabela 8 – Coleta de Lixo Doméstico - Município de Londrina- 2002

Discriminação	<i>Total</i>
Volume Coletado Anual (t/ ano)	109.200
Volume Diário Produzido (t/ dia)	350
% População Atendida	98%
Lixo Hospitalar- Coleta Anual (t/ ano)	405,60
Destino Final do Lixo	Aterro Sanitário

Fonte: PML/ CMTU

Tabela 9 – Lixo Reciclável - 2002

Discriminação	Volume
Coletado anual (t)	24.960
Diário produzido (t)	80
Destino final do lixo	Centrais de triagem das ONGs de Reciclagem

Fonte: PML/ CMTU

Sabendo que cada 3 kg de lixo produzem 1 kg de CO₂, foram produzidos 28.080.000 kg de CO₂ no período. Como cada hectare de área absorve 1,8 t de CO₂, obtém-se 15.600 ha por pessoa para absorção do lixo total. Dividindo esta área pela população urbana de Londrina, o índice calculado de pegada é de **0,03599 ha/ pessoa** em relação ao lixo. Esta pegada não é considerada elevada devido a grande quantidade de lixo reciclado na cidade que contribuiu significativamente na sua redução.

Segundo a prefeitura de Londrina, até o final do ano, a meta do município é bater 100 toneladas de recicláveis coletadas ante as 90 toneladas atuais. O Conselho Municipal do Meio Ambiente (Consemma), órgão máximo das decisões ambientais de Londrina, vai instituir a coleta seletiva obrigatória para casas, apartamentos, lojas, escritórios e indústrias de Londrina, a partir do dia 1º de janeiro

de 2007¹³. Toneladas de lixo ainda são encaminhadas para o Aterro Controlado de Londrina diariamente (Foto 3) e não são separados adequadamente para a reciclagem.



Foto 3 – Despejo do lixo no Aterro Controlado de Londrina

Somando todos os índices encontrados, obtém-se a PE do Município de Londrina, estimada em **1,39565 ha *per capita***, conforme tabela 10 abaixo. Isto significa um índice abaixo da média mundial que é de 2,2 e abaixo do valor mínimo de capacidade de suporte do planeta que é de 1,8 ha/ pessoa. Sendo assim, a pegada encontrada demonstra que Londrina pode ser considerada uma cidade sustentável, sendo que alguns fatores tiveram maior peso no cálculo deste valor, como a grande quantidade de áreas verdes e a grande quantidade de lixo reciclável.

¹³ A nova regra prevê a suspensão da coleta de lixo comum nos locais que não separarem papel, vidro, plástico e metais dos resíduos orgânicos. Os poluidores podem ser autuados e multados em valores que vão de R\$ 50 a R\$ 50 milhões, segundo a Lei de Crimes Ambientais (JORNAL DE LONDRINA, setembro de 2006).

Tabela 10 – Estimativa da Pegada Ecológica de Londrina

Variáveis	Pegada ecológica (ha/ capita)
Área Verde Urbana	-0,0074
Áreas Construídas	0.01898
Ocupação Ilegal	0.00115
Alimentos	0,8394
Combustíveis	0,4875
Fósseis	
Energia	0,00260
Água	0,02465
Resíduos	0,0390
TOTAL	1,39565

De acordo com a tabela 10, o consumo de alimentos contribuiu significativamente no tamanho da Pegada Ecológica de Londrina representando 60% do total. O consumo de combustíveis fósseis vem em segundo lugar com 34%, sendo que as demais variáveis tiveram pequena influência em relação às duas primeiras. O gráfico 5 ilustra melhor esta disparidade dos pesos das variáveis calculadas.

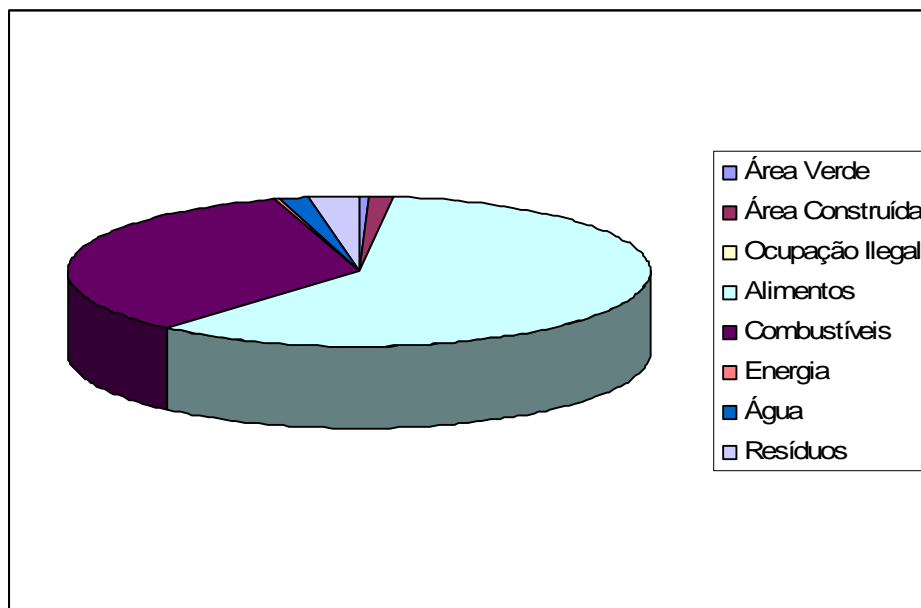


Gráfico 5 – Peso das Variáveis na Pegada Ecológica de Londrina

Apesar da pegada encontrada através das variáveis estabelecidas ser considerada relativamente baixa, não se pode tomar como definitiva pois não contabiliza todas as variáveis ambientais presentes em um espaço urbano, como por exemplo a quantidade de CO² e gás metano que fora deixado de ser emitido pelas medidas implementadas no aterro de Londrina para tratamento do chorume. É preciso ainda aperfeiçoar o cálculo da PE do município definindo outros indicadores relevantes que englobarão também: qualidade do ar, quantidade de área de solo contaminado, qualidade das águas, poluição sonora, biodiversidade etc, e, ampliando a coleta de dados sobre produção e consumo de alimentos.

3.4 A PEGADA ECOLÓGICA INTRA-URBANA DE LONDRINA

1. Área Verde: A partir da interpretação visual da imagem SPOT 2004, foi realizada a carta de verde urbano, contemplando as seguintes classes: Florestal, Arbórea, Rasteira e Capoeira (Figura 4). O total da área mapeada foi de 3.323 ha de vegetação, conforme a tabela 11.

Tabela 11 – Total de áreas verdes de Londrina em hectares em 2004.

Classe de Vegetação	Área (ha)
Florestal	1.160.37125
Arbórea	1.688.42876
Rasteira	111.437783
Capoeira	253.994664
Área total das classes	3.323.27959

A vegetação na cidade de Londrina está presente em todos os bairros através das áreas verdes em vias públicas, parques de quarteirão, reservas e em fundos de vale preservados. Porém, para definir a pegada intra-urbana, cada classe de vegetação possui uma influência diferente. Quanto mais intenso sua biomassa, melhor se torna a pegada. Por isso as áreas próximas de parques, reservas e praças arborizadas são consideradas áreas de pegada baixa. Já áreas com baixa intensidade de arborização, como a área central de Londrina, possuem uma alta pegada.

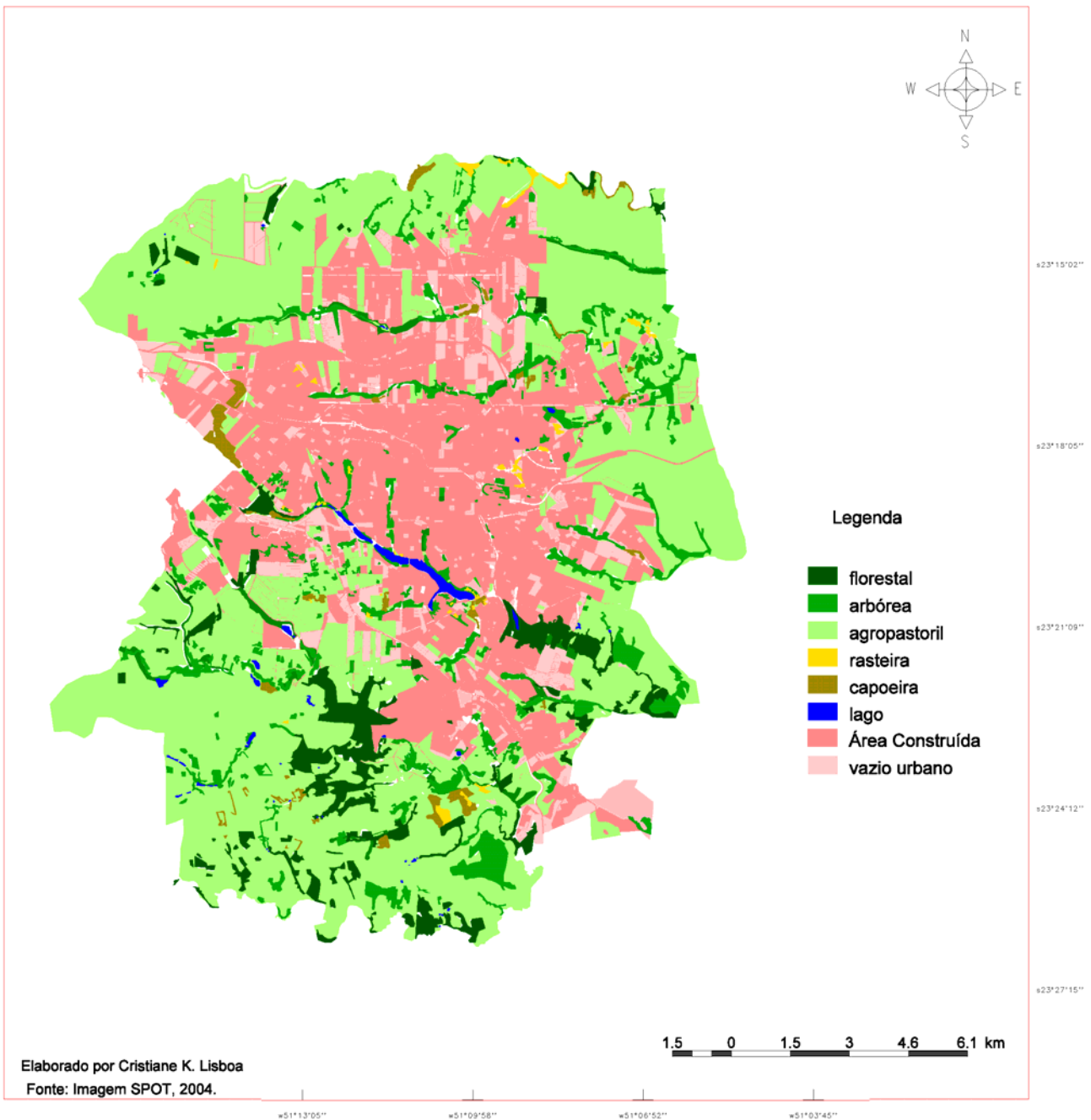


Figura 4 – Carta de Vegetação de Londrina (2004)

2. Área modificada pela urbanização: A carta de Impermeabilidade (Figura 5) elaborada a partir da interpretação da imagem SPOT 2004, representa as taxas de áreas construídas na zona de expansão urbana (Tabela 12). A carta de Uso do Solo de 2004 (Figura 6), cedida pelo grupo IMAP&P (Atlas Urbano Ambiental de Londrina – 2006), foi utilizada, na definição da PE intra-urbana, já que cada

classe de uso do solo (Tabela 13) causa impacto diferente no ambiente e conseqüentemente na PE.

Tabela 12 – Taxa de impermeabilidade da cidade de Londrina

Taxa de Impermeabilização	Área construída (km²)
21 a 40%	46.643026
0 a 20%	112.244258
41 a 60%	31.572813
61 a 80%	31.513862
81 a 100%	24.976206
Área total das classes	246.950165

Tabela 13 – Área em km² das classes de Uso do Solo, 2006, de Londrina.

USO DO SOLO	Área (km²)
Vazio urbano	15.0991
Agropastoril	122.985
Residencial	36.0609
Favela	0.5688
Indústria ou comércio atacadista	4.5040
Uso especial	7.1762
Uso misto	9.7894
Praça não urbanizada	1.0190
Praça urbanizada	0.7106
Uso público	3.5232
Unidade de conservação	2.9432
Parque de bairro	0.6888
Fundo de vale com vegetação	9.3233
Jardim de representação	0.0183
Verde viário	1.5932
Ruas	15.7641
Fundo de vale sem vegetação	13.6035
Área total das classes	245.9080

As classes mapeadas cujo impacto na pegada é mais significativo são: áreas com taxa de impermeabilidade que variam de 61 a 100%, favelas, fundo de vale sem vegetação, uso misto, áreas industriais e de comércio. As classes, impermeabilidade entre 21 a 60%, verde viário, residencial e vazios urbano, foram consideradas de impacto médio. As classes, área agropastoril e áreas com intensa vegetação, tiveram impacto menos significativo. As áreas com classe de impermeabilidade entre 0 a 20%, quase sempre se encontram fora da mancha urbana, e correspondem às áreas agrícolas, por isso não foram consideradas no mapeamento da pegada intra-urbana.

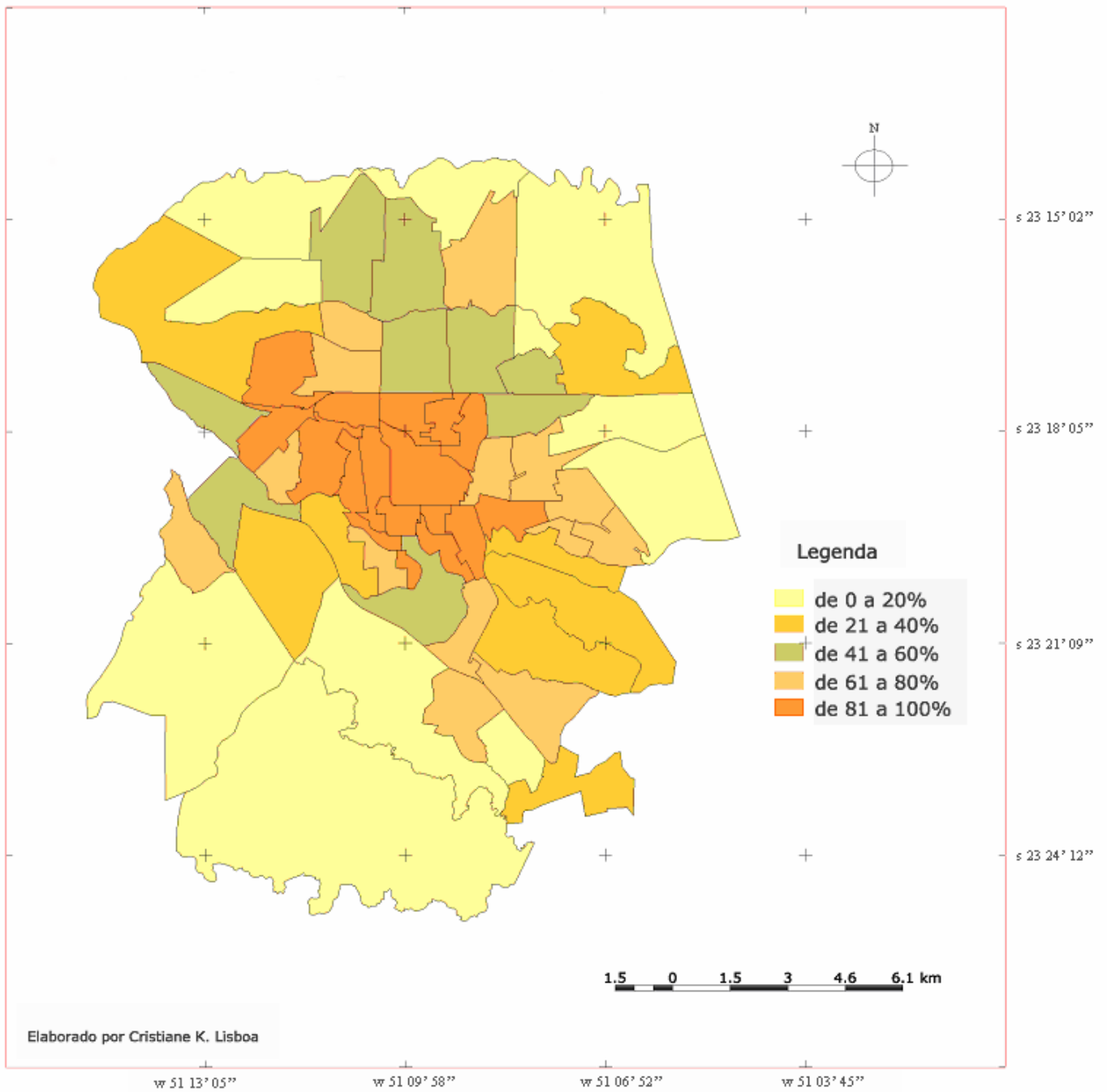


Figura 5 – Carta da Concentração de Edificação em Londrina, 2004.

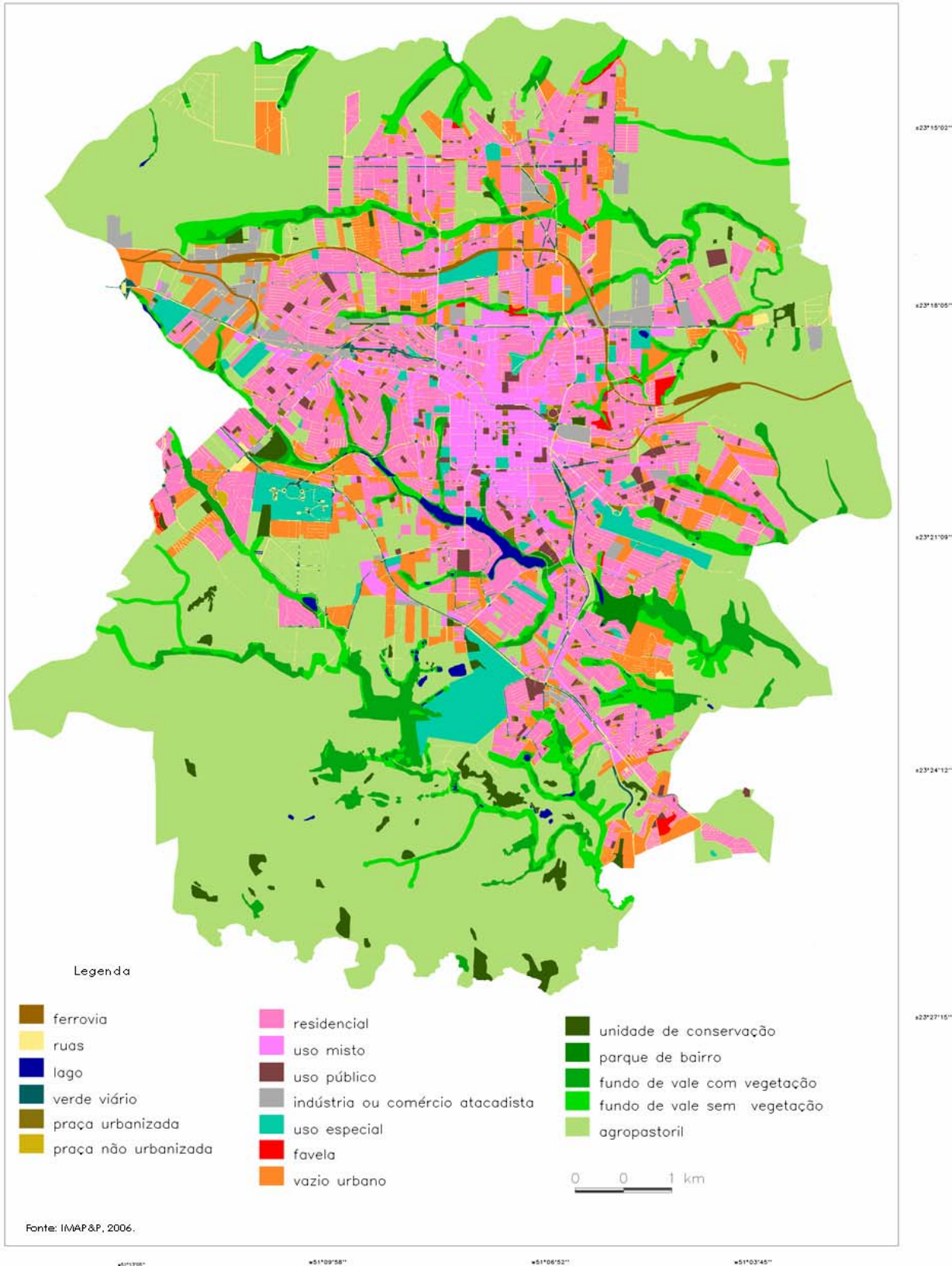


Figura 6 – Carta de Uso do Solo de Londrina, 2004.

3. Cálculo das áreas em ocupação ilegal: Em Londrina existem vários conflitos de ordem social e ambiental, como é a ocupação irregular em fundos de vale. Para avaliar esta questão foram elaboradas as cartas de Áreas de Preservação Permanente de fundo de vale e nascente e, a carta de declividade maior que 30%. A somatória destas duas resultou na carta de restrição de uso urbano (Figura 7) e constatou-se que existem 21,30 Km² de área de preservação permanente. Do cruzamento desta com a de Uso do Solo de 2004, obteve-se as áreas com ocupação ilegal (Figura 8), que totalizaram 5,40 Km² , ou seja, 25% das áreas de preservação encontram-se utilizadas

Áreas com declividade igual ou superior a 30%, consideradas como áreas de uso restrito, conforme o Plano Diretor e regulamentadas pela Lei 7.483/98, somam um total de 5,39 km² e estão localizadas principalmente na região sudeste da cidade ou nos fundos de vale.

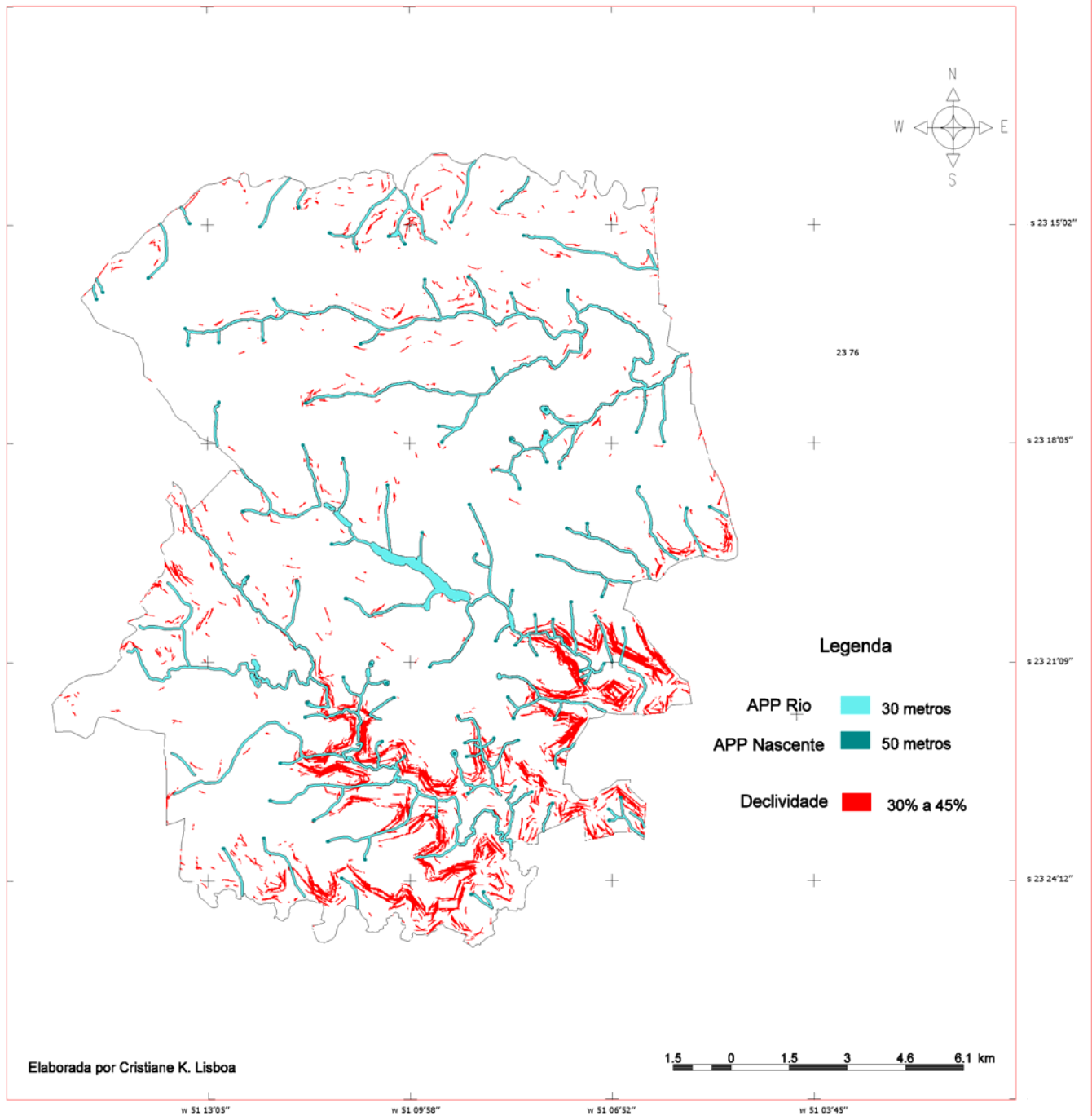


Figura 7 – Carta de Restrição de Uso Urbano em Londrina, 2004.

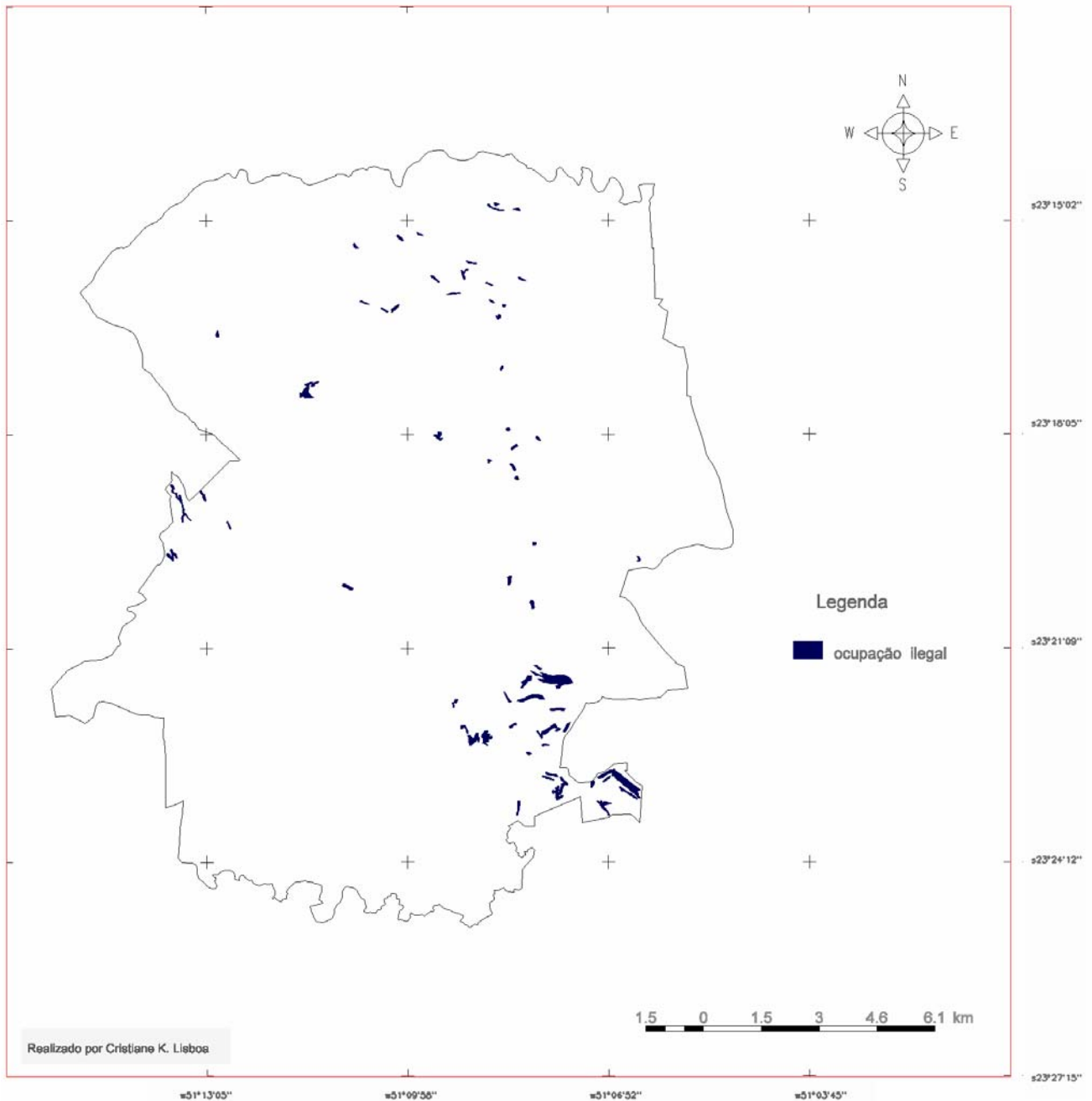


Figura 8 – Carta de Ocupação Ilegal do Uso do Solo em Londrina, 2004.

4. Renda: A respeito da renda salarial na cidade de Londrina, é expressivo o número de pessoas que ganham até três salários-mínimos. A concentração espacial de pessoas que recebem mais de dez salários é também

elevada marcando a disparidade entre o centro, mais rico, e a periferia, mais pobre¹⁴, como demonstrado na figura 9.

De acordo com Feijó (2004), a predominância dos que ganham até três salários mínimos é mais significativa no limite entre os setores censitários tipicamente urbanos e aqueles com características rurais (em torno do terminal rodoviário de Londrina, bem como alguns assentamentos e conjuntos um pouco mais afastados da região central).

Na área central e sudeste de Londrina, e áreas com condomínios horizontais localizados na periferia, a concentração de renda é elevada, o que segundo os autores do método da PE, influencia negativamente na pegada da cidade. Já a classe baixa não influencia tanto no aumento da pegada segundo os autores devido ao seu baixo poder de consumo.

¹⁴ Em 2000 o IBGE apontou que em Londrina, 507 pessoas ganhavam até meio salário mínimo e que 12.215 recebiam de meio a um salário mínimo.

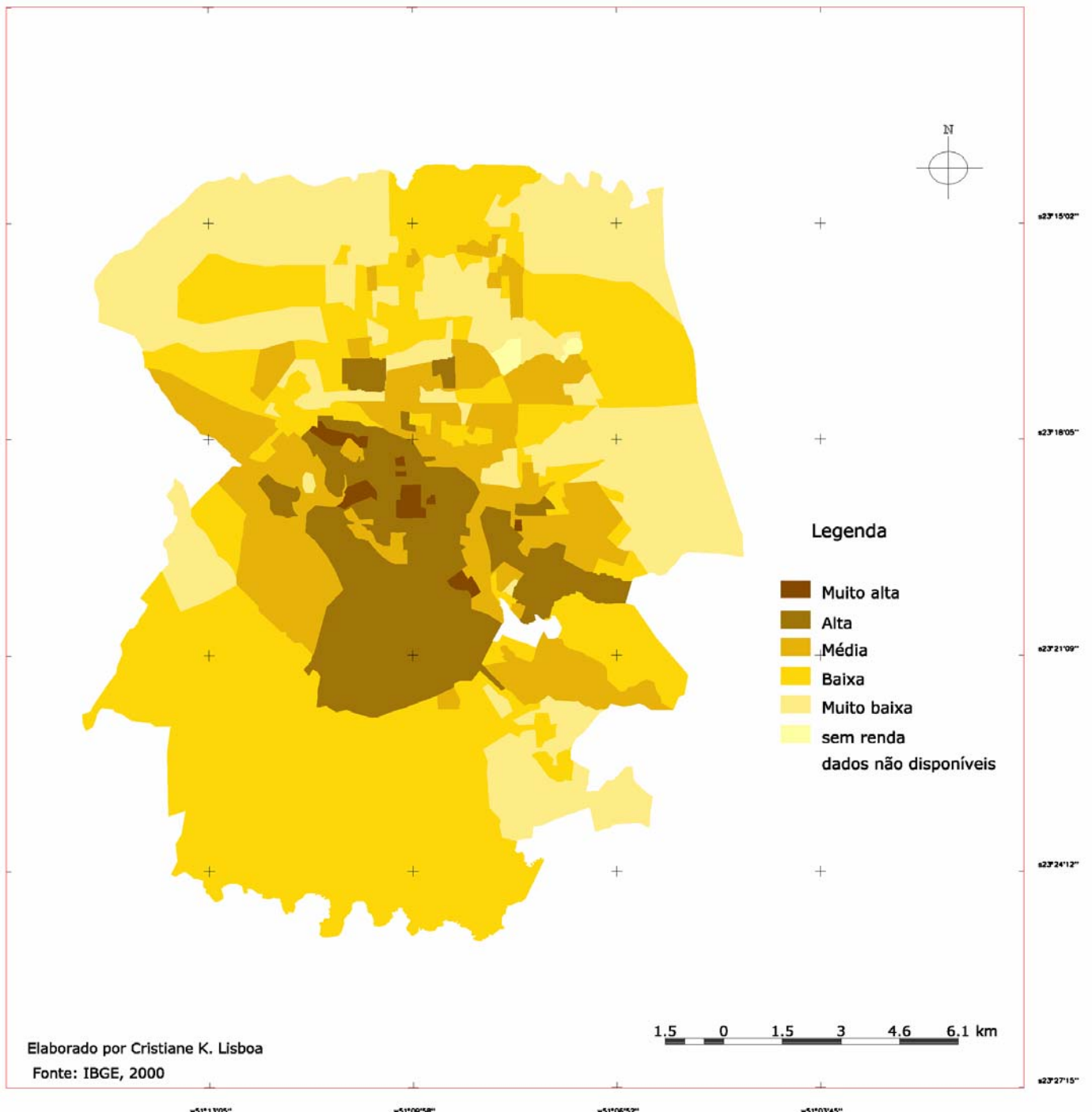


Figura 9 – Carta da Concentração de Renda em Londrina, 2000.

5. Serviço de Coleta de Lixo: A Figura 10 demonstra a área de abrangência dos serviços de coleta de lixo na área urbana de Londrina no ano de 2000, segundo o censo IBGE. A coleta de lixo está muito bem distribuída na área urbana de Londrina. As áreas com coleta entre 70 e 100% abrangem 80% da área total, e as áreas com coleta até 35% abrangem somente 18% do total, como demonstrado na tabela 14. Estes dados são considerados excelentes para a pegada da cidade, uma vez que o lixo coletado é encaminhado para local adequado para tratamento.

Tabela 14 – Áreas de abrangência da coleta de lixo em Londrina.

Taxa de Coleta de Lixo	Área (ha)
100%	8.200
95%	2.600
85%	4.700
70%	4.500
35%	4.600
sem dado	100
Área total das classes	24.700

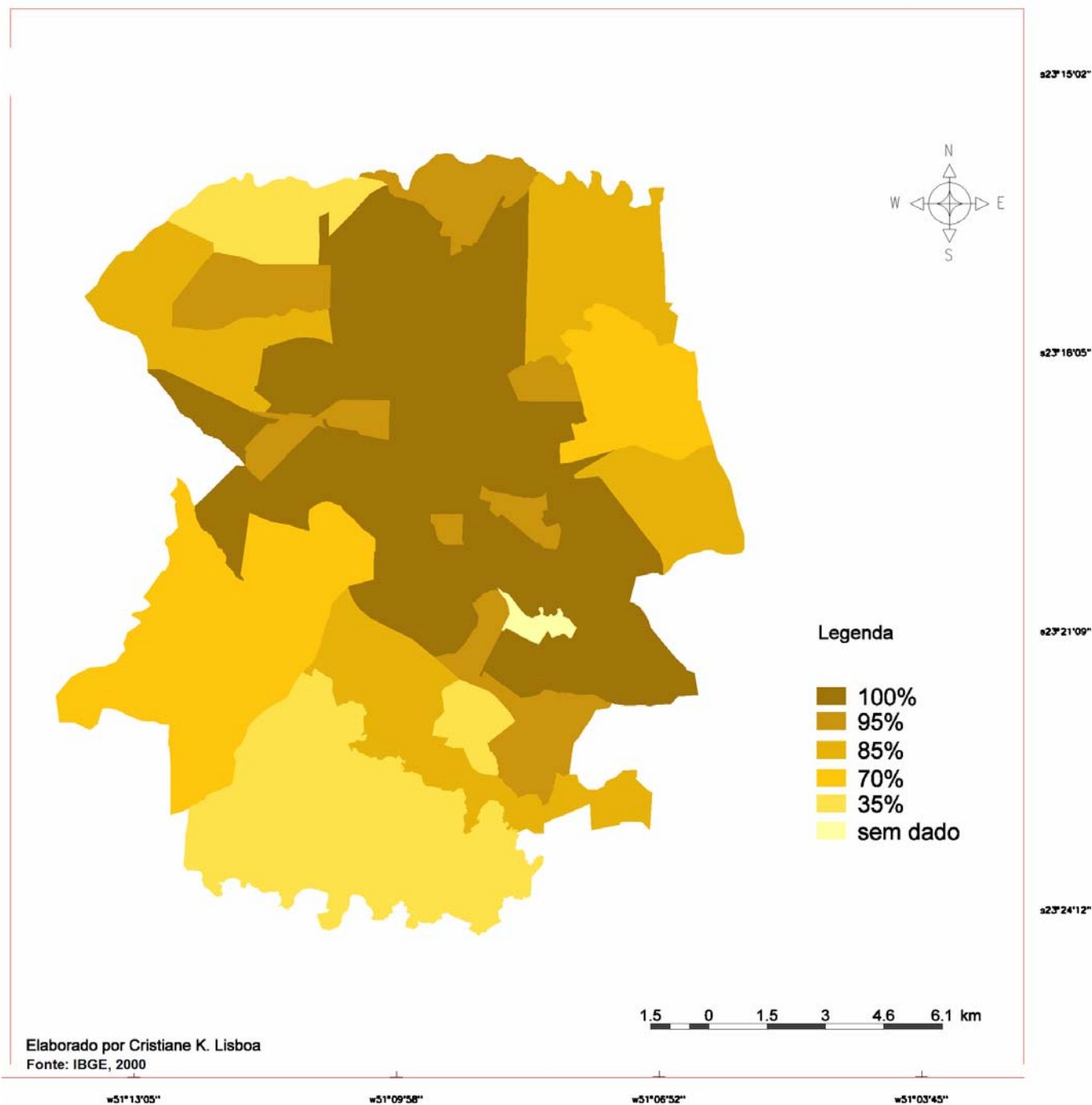


Figura 10 – Carta da Abrangência do Serviço de Coleta de Lixo em Londrina

No aterro controlado de Londrina (Foto 4), o chorume é tratado em tanques para depois ser lançado no corpo receptor Barra Grande. O tempo de detenção do chorume leva 10 dias no tanque equalizador. Este tanque funciona em sistema aeróbico-biológico.



Foto 4 – Vista geral do Aterro Controlado de Londrina

A Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO dos líquidos provenientes de aterros é muito elevada (cerca de 30 a 150 vezes maior que a do esgoto doméstico, cujo valor oscila entre 200 mg/L e 300 mg/L). Este líquido, após ser devidamente coletado pelos drenos horizontais, deve passar por um processo de tratamento para que a DBO e o NH_4 sejam reduzidos a níveis satisfatórios, para posteriormente, serem lançados em cursos de água.

Existem 12 poços de monitoramento ambiental no aterro, construídos em convênio com a Universidade Estadual de Londrina e CNPQ. Ainda não existem resultados sobre a eficiência do tratamento de chorume, sendo necessária a sua recirculação pelo aterro até que se possa assegurar que o efluente tem as condições estabelecidas pela legislação para o seu despejo em um corpo d'água.

6. Rede de Esgoto Sanitário: Dos 124.710 domicílios da sede municipal de Londrina, 78.207 são atendidos pela rede geral de esgoto, 119.068 abastecidos pela rede geral de água e, 120.177 com coleta de lixo pelo serviço de limpeza. Em relação ao abastecimento de água, coleta de lixo e limpeza urbana Londrina destaca-se por estar bem à frente do restante do país, entretanto, para o item esgotamento sanitário o percentual de atendimento pela rede ainda não é um dos mais expressivos. Apenas 35% dos setores, os mais centrais e, ao longo de um eixo noroeste – sudeste, têm uma cobertura de coleta de esgoto significativa, com atendimento, superior a 95% (Figura 11).

O esgotamento sanitário de Londrina nem sempre recebe um tratamento adequado, como ilustra a foto 6, caso que contribui no aumento da pegada da cidade.



Foto 5 – Esgoto a céu aberto no Ribeirão Cambézinho, Londrina.

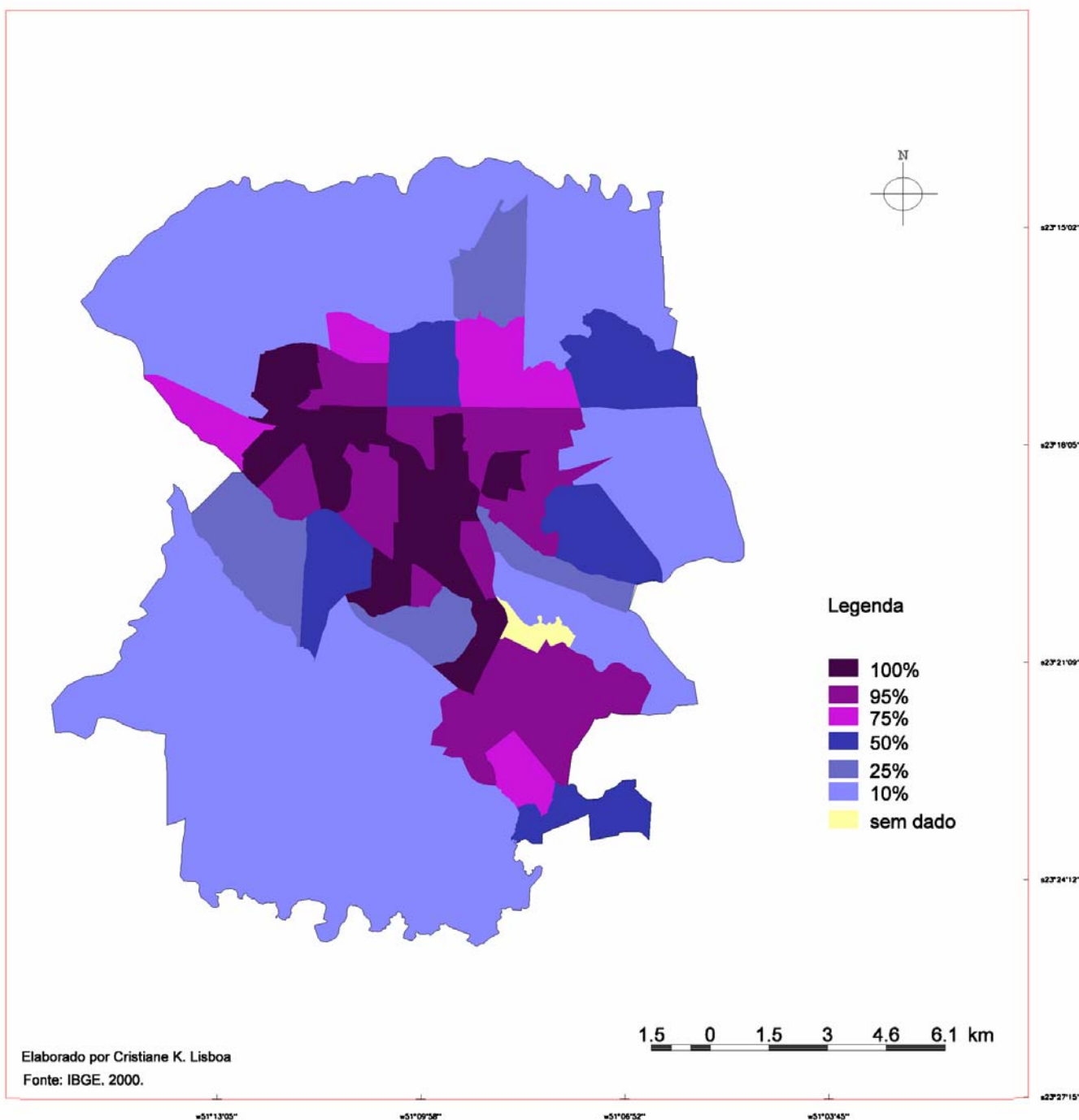


Figura 11 – Carta da Rede de Esgoto Sanitário em Londrina, 2000.

A Estação de Tratamento de Esgoto que atende a região sul de Londrina – ETE Sul, possui um custo energético baixo, pois em seus reatores anaeróbicos (foto 5), não é necessário força para a aeração e nos filtros biológicos braços são movidos pela força hidráulica do próprio efluente, fato positivo para a redução da pegada da cidade de Londrina.



Foto 6 – Decantadores e reatores na ETE Sul de Londrina

3.4.1 Espacialização da Pegada Ecológica de Londrina

O cruzamento das cartas: Área Verde, Área Impermeabilizada e de Uso Ilegal, Renda, Serviço de Coleta de Lixo e Rede de Esgoto Sanitário, foi realizado através de análise espacial em programação LEGAL, onde três novas classes foram atribuídas à carta chamada Pegada Ecológica, qualificando a pegada da cidade de Londrina em Alta, Média e Baixa.

O programa em LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - ou álgebra de mapas, consiste de uma seqüência de operações descritas por expressões "algébricas", envolvendo operadores, funções e dados espaciais, categorizados segundo o modelo de dados SPRING, e representados em planos de informação e mapas cadastrais de um mesmo banco de dados / projeto do SPRING.

As operações através da linguagem LEGAL podem ser descritas segundo expressões similares às utilizadas na matemática para a descrição de operações aritméticas e booleanas. As operações booleanas são de grande utilidade em análise espacial qualitativa na geração de dados temáticos, a partir de regras aplicadas aos dados de entrada.

Na definição das novas classes atribuídas à nova carta, gerada através do LEGAL, foram utilizadas operações booleanas para somar e multiplicar a fim de realizar o cruzamento das variáveis consideradas influentes na PE de Londrina. Foi definido um novo limite dentro da Área de Expansão Urbana de Londrina onde foram excluídas as áreas agrícolas por estas serem consideradas áreas que precisam de uma análise mais aprofundada.

Na nova carta “Pegada Ecológica de Londrina”, foram definidas três classes de pegada: Baixa, Média e Alta, que correspondem ao nível de impacto ambiental e conseqüentemente ao nível de sustentabilidade urbana. No quadro 1 a seguir, está explicitado as correspondências entre variáveis a novas classes atribuídas na forma de programação em LEGAL, e em seguida a Carta da Pegada Ecológica da área urbanizada de Londrina (Figura 12) que ilustra o resultado final desta pesquisa.

Quadro 1 – Programação em LEGAL da Pegada Ecológica de Londrina

```

{
Tematico tema1 ("Areaconstruida");
Tematico tema2 ("Renda");
Tematico tema3 ("Vegetação");
Tematico tema4 ("Lixo");
Tematico tema5 ("Saneamento");
Tematico tema6 ("USODOSOLO");
Tematico tema0 ("Cruzamento2");

tema1 = Recuperere (Nome = "area_impermabilizada");
tema2 = Recuperere (Nome = "renda_temática");
tema3 = Recuperere (Nome = "areas_verdes");
tema4 = Recuperere (Nome = "lixo");
tema5 = Recuperere (Nome = "esgoto");
tema6 = Recuperere (Nome = "USODOSOLO_2006");

tema0 = Novo ( Nome = "Sustentabilidade2", ResX=100, ResY=100,
Escala=20000);

tema0= Atribua
{
"Baixa" : (tema1 == "de 21 a 40%") || (tema2 == "Baixa" && tema2 == "Muito
baixa" && tema2 == "sem renda") || (tema3 == "florestal" && tema3 ==
"arbórea") || (tema4 == "100%" && tema4 == "95%" && tema4 == "85%") ||
(tema5 == "100%" && tema5 == "95%") || (tema6 == "agropastoril" || tema6
== "fundo de vale com vegetação" || tema6 == "parque de bairro" || tema6
== "unidade de conservação" || tema6 == "lago"),

"Media" : (tema1 == "de 41 a 60%" && tema1 == "de 21 a 40%") || (tema2 ==
"Média" && tema2 == "Baixa" && tema2 == "Alta") || (tema3 == "arbórea" ||
tema3 == "capoeira") || (tema5 == "75%" && tema5 == "50%") || (tema6 ==
"verde viário" || tema6 == "residencial" || tema6 == "vazio urbano" ||
tema6 == "praça não urbanizada" || tema6 == "jardim de representacao" ||
tema6 == "ruas"),

"Alta" : (tema1 == "de 81 a 100%" && tema1 == "de 61 a 80%") || (tema2 ==
"Alta" && tema2 == "Muito alta") || (tema3 == "rasteira" && tema3 ==
"rasteira" && tema3 == "predominantemente rasteira") || (tema4 == "35%" &&
tema4 == "sem dado") || (tema5 == "25%" && tema5 == "10%" && tema5 ==
"sem dado") || (tema6 == "favela" || tema6 == "fundo de vale sem
vegetação" || tema6 == "indústria ou comércio atacadista" || tema6 ==
"comércio e prestação de serviço" || tema6 == "uso especial" || tema6 ==
"uso misto")
};
}

```

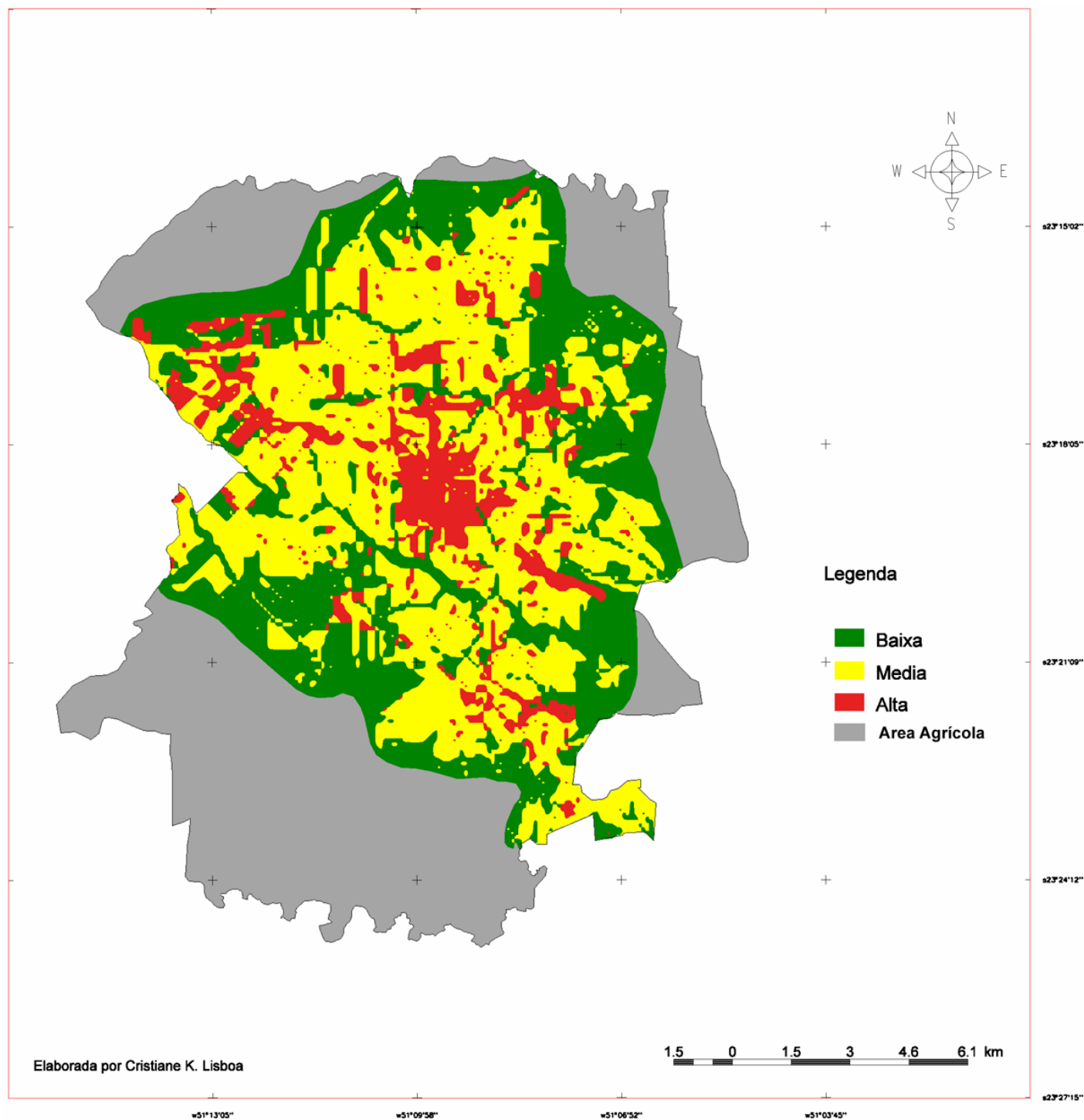


Figura 12 – Carta da Pegada Ecológica na Área Urbana de Londrina, 2004.

Na definição da pegada “Alta”, simbolizada pela cor vermelha na figura 11, foram consideradas variáveis de impacto negativo no meio ambiente da cidade, como espaços sem vegetação, áreas com alta impermeabilidade, áreas com

ocupação ilegal em APP, favelas, indústrias, baixo serviço de saneamento, coleta de lixo e alta renda, pois esta influencia no intenso consumo de produtos impactantes, como por exemplo, os automóveis e consumo de carne vermelha. As pegadas altas estão concentradas na área central da cidade, e em áreas localizadas, como o aeroporto, indústrias e áreas de ocupação ilegal, como assentamentos irregulares.

Na definição da pegada “Média”, representada pela cor amarela na carta, foram consideradas as variáveis com médio impacto ambiental como, por exemplo, vegetação de médio porte, vazios urbanos, ruas com arborização, áreas com impermeabilização de 21 a 60%, renda média da população etc. A pegada média abrange quase toda a Área de Expansão Urbana de Londrina pois representa zonas que intercalam a presença de vegetação e áreas construídas.

Para a “Baixa” pegada, representada pela cor verde, foram considerada as variáveis de valor positivo e sem impacto significativo no meio ambiente, como a baixa taxa de impermeabilidade e áreas com alto índice de arborização e baixa renda familiar. Esta classe de pegada está preferencialmente concentrada nas áreas periféricas da cidade. Apresenta ainda áreas dispersas por toda a cidade, onde estão localizadas as áreas verdes como fundo de vales preservados, lagos e Unidades de Conservação.

Em Londrina, o fator Renda foi definitivo no tamanho da pegada da cidade, à medida que influencia no consumo geral da população. Quanto maior o consumo de bens e alimentos, maior se torna a pegada. Contudo, é necessário enfatizar também que quanto maior a concentração da renda, maior também a conscientização ambiental por parte da população. A preocupação de preservar áreas verdes e reciclar é mais evidente nas classes altas da população, ao contrário das classes menos favorecidas.

Por isso, a carta da Pegada Ecológica na área urbana de Londrina, gerada a partir do cruzamento de variáveis justificadas, não pode ser tomado ainda como uma medida que represente a realidade pois não corresponde exatamente com as atitudes da população, uma vez que o nível de conscientização ambiental pode alterar o valor da pegada de alta para baixa ou vice-versa.

A Pegada Ecológica, como indicador, constituiu-se numa ferramenta útil para avaliar o grau de sustentabilidade da área urbana de Londrina. Como visto anteriormente, em Londrina existe apenas 0,55 hectares por cada habitante da sua área urbana e, uma pegada de 1,39 ha, ou seja, existe um déficit de -0,84 de

hectares na área urbana do município. Contudo, este déficit é compensado se tomada como base a pegada de toda a área de expansão urbana e não somente da área construída, pois é expressiva a parcela de área rural dentro da área de expansão urbana.

Alguns fatores de maior importância contribuíram para que a pegada da cidade de Londrina estivesse abaixo da média global de 2,2. O fator que maior influenciou na estimativa da pegada de Londrina foi o consumo de alimentos, por isso, esta variável necessita ter dados mais detalhados em relação ao consumo e produção da cidade de Londrina. A grande quantidade de lixo reciclado no município contribuiu para a redução da pegada, uma vez que o volume de lixo reciclado cresce a cada ano.

No processo de construção da mancha urbana de Londrina, a vegetação nativa foi gradativamente sendo retirada (Barros, 1998), restando apenas poucos fragmentos florestais, localizados em sua maioria fora do perímetro urbano da cidade. Apesar disso, a quantidade de áreas verdes na área de expansão urbana representou um fator importante na redução da Pegada Ecológica da cidade.

O consumo de combustíveis fósseis na área urbana também influenciou no aumento da pegada, o que demonstra a valorização dos transportes individuais pelos habitantes e pouco investimento em transporte público de qualidade pelos governantes. Estes deveriam investir em modos mais sustentáveis de transportes como ciclovias, que bem se adequariam à cidade com baixa declividade como Londrina.

Apesar dos impactos das emissões de CO₂ emitidas pelas indústrias existentes em Londrina não serem mensuradas nessa pesquisa, sua área de influência foi contabilizada no cruzamento em LEGAL. A qualidade do ar é uma importante variável ambiental que precisa ser contabilizada no cálculo da PE de uma cidade, por isso esta deve ser incluída nos próximos cálculos de avaliação da qualidade ambiental a serem realizados na cidade de Londrina.

O cruzamento das variáveis utilizadas para o cálculo da pegada, configurou-se na principal etapa deste trabalho, em termos de esforço exigido. A dificuldade de elaboração da programação em Legal, fez necessário uma visita ao Inpe para elucidar dúvidas como a manipulação das variáveis no SPRING.

A pegada encontrada para a cidade de Londrina nesta pesquisa, configura-se numa estimativa preliminar que pode servir de parâmetro para um

cálculo posterior mais aprofundado que incluirá outras variáveis não utilizadas aqui. O cálculo das variáveis da PE de Londrina deve ser retomado para realizar uma pesquisa mais detalhada dos dados e homogeneizar o período de análise.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pegada Ecológica configura-se tanto como um instrumento educacional como um indicador efetivo de sustentabilidade e qualidade de vida, sendo uma importante contribuição na compreensão dos impactos existentes em Londrina e também numa compreensão geral do comportamento da sociedade de consumo atual.

A metodologia da pegada torna explícito os impactos ecológicos das atividades antrópicas e configura-se numa importante ferramenta de análise para as tomadas de decisões de modo a beneficiar a sociedade e o meio-ambiente. A pegada indica que já estamos excedendo o limite da biosfera e que a extensão das atividades humanas liquidará o capital natural de que hoje dependemos e de que as futuras gerações dependerão amanhã.

É importante enfatizar que as questões ambientais devem estar sempre inseridas no planejamento urbano. Atualmente a tecnologia SIG oferece ferramentas operacionais de planejamento, gerenciamento, auxílio e apoio à tomada de decisões. A gestão urbana compete ao poder público, mas é necessária também a participação da sociedade nas decisões. Nisto o Sistema de Informação Geográfica é um instrumento valioso, pois permite a atualização e inclusão de novos dados e ou novos cruzamentos. A existência de um Banco de Dados cartográficos sobre a cidade, como o existente no Departamento de Geociências da UEL, elaborada pelo grupo IMAP&P, contribuiu na análise da pegada intra-urbana da cidade, pois a elaboração das cartas temáticas requer tempo.

Atitudes como a redução do uso de transporte individual, redução do consumo de eletricidade, redução da produção de resíduos, implementação da reciclagem, plantio de árvores e jardins, hortas e pomares agroecológicos, implementação de energias limpas e pressão junto aos órgãos públicos, contribuem para um caminho sustentável onde uma mudança de comportamento e flexibilização do modo de consumo será necessária.

Contudo, as escolhas individuais são necessárias para se reduzir a pegada da humanidade, mas não são suficientes. É preciso salientar a necessidade de se fazer mudanças no modo como vivemos coletivamente na busca da sustentabilidade. Através da educação e inclusão de todas as classes sociais nas

discussões ambientais será possível criar uma consciência pública, repensar nossa relação com a natureza e desenvolver estratégias coletivas para redução dos impactos.

As políticas públicas devem assumir uma solução global para garantir um futuro humano e sustentável. Deve-se investir em uma relação mais saudável com a natureza, nas extravagâncias consumistas, em ressurreições de laços comunitários e, sobretudo, em tentativas de encontrar uma cidadania planetária. Os governos devem também incentivar o transporte público de massa, fornecer vias seguras para ciclistas e pedestres e estimular padrões de desenvolvimento que reduzam a degradação da natureza.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental, considerado um marco legal para a institucionalização da educação ambiental, Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999, cap. I, art. 3, cabe ao poder público: “definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promovam a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente”

Esforços da prefeitura de Londrina estão sendo feitos no sentido de mitigar os efeitos negativos causados pelo esgoto sanitário e decomposição do lixo através da construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que já está em funcionamento, e do Aterro Controlado.

A produção de biogás pelo aterro controlado de Londrina já é interesse da prefeitura em negociar os créditos de carbono acumulados em razão da redução da emissão de gases poluentes na atmosfera. A EcoSecurities, empresa inglesa especializada na comercialização de créditos de carbono, já está analisando os dados para elaborar um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para o aterro de Londrina (Jornal de Londrina, 24 de agosto de 2006).

Como foi visto no presente trabalho, as ações antrópicas têm sido imperativas em relação ao meio natural, levando o homem a enfrentar desafios no que se refere à capacidade limitada dos ecossistemas para sustentar o atual nível de consumo material e as atividades econômicas, juntamente com o crescimento populacional, causando conseqüências desastrosas ao meio ambiente.

Hoje, mesmo com metade da humanidade situada abaixo da linha de pobreza, já se consome 30% a mais do que a Terra consegue renovar. A humanidade caminha para um beco sem saída, e, se o atual ritmo de exploração do planeta continuar, em um século não haverá fontes de água ou de energia, reservas de ar puro nem terras para agricultura em quantidades suficientes para a preservação da vida.

Se é fundamental a utilização racional dos recursos naturais, atualmente não mais se tem a opção para decidir se a humanidade deve ou não viver dentro dos limites ecológicos, mas de como fazê-lo. Se as sociedades atuarem rapidamente e sabiamente darão possibilidade às gerações futuras de viver dentro dos limites ecológicos e com qualidade de vida.

A sociedade global precisa adotar urgentemente padrões de produção e de consumo sustentáveis para evitar desastres futuramente. Para os países ricos isso significa, por exemplo, procurar fontes de energia menos poluidoras, diminuir a produção de lixo e reciclar o máximo possível, além de repensar sobre quais produtos e bens são realmente necessários para alcançar o bem-estar. Aos países em desenvolvimento, que têm todo o direito a crescer economicamente, cabe o desafio de não repetir o modelo predatório e buscar alternativas para gerar riquezas sem destruir florestas ou contaminar fontes de água.

O principal pilar do desenvolvimento sustentável está no próprio comportamento humano. Portanto, mais do que ações governamentais o desenvolvimento sustentável depende do comportamento de cada uma das pessoas, seja na produção, como no consumo. O consumidor consciente tem um papel fundamental nas suas escolhas cotidianas, seja na forma como consome recursos naturais, produtos e serviços, seja pela escolha das empresas das quais vai comprar em função de sua responsabilidade social, pode ajudar a construir uma sociedade mais sustentável e justa.

Cabe também repensar a cidade e seu planejamento à luz dos princípios da cidadania compartilhada e da sustentabilidade, caso contrário, estaremos comprometendo nosso futuro urbano, pois, se não há futuro para as maiorias de jovens das periferias (a não ser o tráfico e a violência), tampouco haverá para os demais.

Faz-se necessário reavaliar os limites finitos do espaço que o homem ocupa e sua capacidade de suporte para assegurar às futuras gerações e a presente humanidade, recursos necessários para uma vida satisfatória para todos. Com estas medidas se reduzirá a Pegada Ecológica global.

REFERÊNCIAS

ABRANCHES, Sérgio. *O crash do século XXI*. In: CEPAT INFORMA. Novas Fronteiras do Capitalismo. Curitiba. Anos XII, nº 130. Fevereiro de 2006.

ACSELRAD, Henri. (org.) *A Duração das cidades. Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *O caso do Brasil: perguntas e respostas*. Brasília: MMA, 1998.

ALIER MARTINEZ, J. *Introducción a la economía ecológica*. Ed. Rubes, Sicília, 1999.

ALTVATER, Elmar. *O Preço da Riqueza*. Ed. da Unesp. São Paulo, 1995.

AMORIM, M. C. C. T. *Análise ambiental e qualidade de vida na cidade de Presidente Prudente/SP*. 1993, 136p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

ATLAS DIGITAL URBANO AMBIENTAL DE LONDRINA. BARROS, M. V. F.; ARCHELA, R. S.; BARROS, O. N. R.; THÉRY, H.; MELLO, N. A.; GRATÃO, L. H. Relatório Final. Projeto nº 22539/03 - PROPPG/UEL. 204/03 - Fundação Araucária. Londrina, 2006.

BARCELONA, AJUNTAMENT. COMISSIÓ DE MEDI AMBIENT I SERVEIS URBANS. *La Petjada Ecologica de Barcelona. Uma aproximació*. 1999.

BARROS, M. V. F. *Análise ambiental urbana: estudo aplicado à cidade de Londrina – PR*. Tese de Doutorado em Geografia Física. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo. 1998.

BARROS, M. V. F. *Identificação das Ocupações Irregulares nos Fundos de Vale da Cidade de Londrina/ Pr por meio de Imagem Landsat 7*. R. Ra'e GA, Curitiba, n. 7, p. 47-54, 2003. Editora UFPR.

BARROS, M. V. e MENDONÇA, L. B. *Mapeamento Da Vegetação De Fundo De Vale Da Cidade De Londrina – Pr, A Partir De Imagens Etm Landsat 7*. Projeto de Pesquisa CPG/ UEL 1178/ 2002.

BELLEN, H. M. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa*. Editora FGV. Rio de Janeiro, 2005.

BLEIL, S.I. *O Padrão Alimentar Ocidental: Considerações sobre a mudança de hábitos no Brasil*. Revista Cadernos de Debate Vol. VI/ 1998, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da UNICAMP, páginas 1-25.

BOFF, L. *O Despertar da Águia*. Editora Vozes. Petrópolis, 1998.

BUNYARD, Peter. *A Verdade sobre as mudanças climáticas*. In: The Ecologist Magazine em português. Novembro de 2001.

BRASIL. *Código Florestal* (Lei Federal Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965). Governo Federal. Disponível em: <www.senado.gov.br> (Legislação Federal).

CAPRA, F. *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. 9ª ed. Cultrix. São Paulo, 1982.

CAPRA, F.; et al. *Gerenciamento ecológico: ecomanagement*. São Paulo: Cultrix, 1993.

CARTA DA TERRA. Instituto Paulo Freire e UNESCO. São Paulo, 1999.

CECCA. *Qualidade De Vida E Cidadania. A Construção De Indicadores Sócio-Ambientais Da Qualidade De Vida Em Florianópolis*. CECCA e Cidade Futura. Florianópolis, 2001.

CDS - Comisión de Desarrollo Sostenible. *Indicadores de desarrollo sostenible: marco y metodologías*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ginebra, 2000.

COSTA S. M.F. *Crescimento Urbano e Meio Ambiente: Uma Abordagem Metodológica Utilizando Geotecnologias*. Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 2001.

CUNHA, F. C. A. *Produção do espaço urbano – zona sul de Londrina*. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Geociências – UEL. Londrina 1991.

DAVIS, Mike. *Planeta Favela*. Editora Boitempo. São Paulo, 2006.

DAHL, Robert. *Poliarquia: participação e Oposição*. EDUSP. São Paulo, 1997.

DIAS, G. B. *Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana*. Editora Gaia, São Paulo, 2002.

EMBRAPA. *Monitoramento por Satélite*, 2005. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br>>. Último acesso em: 13 dez. 2006.

EMBRAPA. *Agricultura e efeito estufa*, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index>>. Último acesso em: 09 fev. 2007.

ESI - *Environmental Sustainability Index, 2000*. Disponível em: <www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI/>. Último acesso em 9 de junho de 2006.

FEIJÓ CIAPPINA, C. C. *O Saneamento Básico em Londrina e a Contribuição do Manacial Ribeirão Cafezal*. UEL. Londrina 2004.

FOLHA DE SÃO PAULO. “*Aquecimento global chega mais rápido do que se previa, diz especialista*”. Ciência, A19. Sexta, 2 de fevereiro de 2007.

FRANCO, M.R. *Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável*. FAPESP: Ed. Annablume, São Paulo, 2001.

FURTADO, Celso. *O Mito do Desenvolvimento Econômico*. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1974.

GADOTTI, M. *Pedagogia da Terra*. São Paulo: Editora Fundação Peirópolis, 2000.

GIRARDET, Hebert. *Cidades: alternativas para uma vida urbana sustentável*. Celeste Ediciones. Madrid, 1992.

GREENPEACE, *Energia Limpa para Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em <http://www.greenpeace.org.br/energia/pdf/cleanenergy_sp.pdf>

HOBBSAWM, E. J. *Nações e nacionalismo desde 1780*. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1990.

HOGAN, D.J. *Indicadores Sociodemográficos de Sustentabilidade*, in Migração e Ambiente nas aglomerações urbanas. HOGAN, et al. (ORGS.), Núcleo de Estudos de População / UNICAMP, Campinas, 2001.

HOWARD, E. *Cidades-Jardins de Amanhã* (2ª. Edição). Editora Hucitec. São Paulo, 2002.

IEP - Instituto de Ecologia Política do Chile. Consulta em: < www.iep.org>

IMAP&P, Grupo - Imagens Paisagens & Personagens. Universidade Estadual de Londrina e CNPQ. BARROS, M. V. F.; ARCHELA, R. S.; BARROS, O. N. R.; THÉRY, H.; MELLO, N. A.; GRATÃO, L. H. 2006.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: <www.ipcc.org.br>. Último acesso em 17 de dezembro de 2006.

JORNAL DE LONDRINA. “*Empresa se interessa por crédito de carbono*”. Quinta-feira, 24 de agosto de 2006. Caderno Cidade, pg. 5.

JORNAL DE LONDRINA “*Resolução do lixo reciclável é rigorosa com infratores*”. Quinta-feira, 21 de setembro de 2006. Caderno Cidade, pg. 4.

LAKOSKI, J. F. *Áreas verdes urbanas, Londrina – PR. Quantificação e influência na qualidade de vida*. Monografia de Bacharelado em Geografia. UEL. Londrina, 1991.

LEFF, H. *Epistemologia Ambiental*. Editora Cortez. São Paulo, 2002.

LEFF, H. (coord.) *A Complexidade Ambiental*. Editora Cortez. São Paulo, 2003.

LEMOS, R. C. e SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. SBCS e SNLCS. Campinas, 1984.

MACHADO, L. M. C. P. *Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos*. In: MATOS, H. L. e MAIA, N. B. *Indicadores Ambientais*. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 15-21

MCLUHAN, H.M. *The Medium is the Massage: An Inventory of Effects*. New York: Bantam Books, 1967.

NOBRE, Marcos e AMAZONAS, Maurício. *Desenvolvimento sustentável: A instituição de um Conceito*. Ed. Ibama. Brasília, 2002.

NUCCI, J. C. *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano*. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2001. 236p.

O`CONNOR, J. *Es posible el capitalismo sostenible?* In: ALIMONDA, H. "Ecologia política, Naturaleza, sociedad y utopia". Clacso. Buenos Aires, 2003.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE. *Atenção Primária Ambiental – APA*. OPAS. Washington, D.C., 1999.

PREFEITURA DE LONDRINA. *Perfil 2004*. Disponível em:
<<http://www.londrina.pr.gov.br/planejamento/perfil/>>

REDEFINING PROGRESS. *Ecological Footprint of Nations Update*. Sustainability Indicators Program, March, 2005. Disponível em:
<<http://www.redefiningprogress.org/footprint/>>

SANTOS, M. *Por uma Geografia Nova*. Hucitec/Edusp. São Paulo, 1978.

SANTOS, M. *Metamorfoses do Espaço Habitado*. Hucitec. São Paulo, 1988.

SANTOS, B. S. *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. Cortez. São Paulo, 1995.

SACHS, Ignacy. *Recursos, emprego e financiamento do desenvolvimento: Produzir sem destruir – O caso do Brasil* –. Revista de Economia Política, São Paulo, n.1, v.10, jan./mar.1990.

SAYERS DOROTHY in: VANCE PACKARD, "*Estratégia do Desperdício*". Ibrasa: São Paulo, 1965.

SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná- 2005. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/culturas.shtml>>

SINGER, P. *Economia Solidária contra o Desemprego*. Folha de S. Paulo, 11 de jul. 1996.

SOUZA, M. L. *O Desafio Metropolitano. Um Estudo sobre a Problemática Sócio-espacial nas Metrôpoles Brasileiras*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2000.

SPRING, *Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/tutorial.htm>>. Última atualização: 20 de agosto de 2003.

STERN, N. *Aspectos Econômicos das Alterações Climáticas*. Do original: Stern Review on the economics of climate change. Outubro 2006. Disponível em: <http://www.hmtreasury.gov.uk/Independent_Reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm>. Último acesso em 29 de novembro de 2006.

THE ECOLOGIST BRASIL. *Rumo à Felicidade Nacional Bruta*. Revista nº 13, pg 16. Porto Alegre, maio 2006.

THOUVENOT, T. e BOUTAUD, A. *Rumo à felicidade nacional bruta*. The Ecologist Brasil, nº 13, pg 16.

THIAGO, R. V. Estudo da reserva reguladora do aquífero Serra Geral na zona urbana de Londrina – PR: alguns aspectos do consumo e da reserva. Monografia apresentada ao Dep. De Geociências da Universidade Estadual de Londrina, 2004.

VEIGA, J.E. *Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI*. Ed. Garamond. Rio de Janeiro, 2005.

WACKERNAGEL, M., "*The Ecological Footprint of Santiago de Chile*", *Local Environment* Vol.3 No.1 (Feb 1998).

WACKERNAGEL, M.; REES,W. *Our ecological footprint*. The new catalyst bioregional series. Gabriola Island, B.C.: New Society Publishers, 1996.

WACKERNAGEL, M.; REES,W. *Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. IEP, Santiago, 2001.

WWF. *Living Planet Report, 2006*. Disponível em: <http://www.panda.org/news_facts/publications/living_planet_report/index.cfm>

ANEXOS



WWF for a living planet®



LIVING PLANET REPORT 2006



ZSL
ZOOLOGICAL SOCIETY OF LONDON

CONTENTS

Foreword	1
Introduction	2
Living Planet Index	4
Terrestrial Species	6
Marine Species	8
Freshwater Species	10
Water Withdrawals	12
Ecological Footprint	14
World Footprint	16
The Footprint by Region and Income Group	18
The Footprint and Human Development	19
Scenarios	20
Business as Usual	22
Slow Shift	23
Rapid Reduction	24
Shrink and Share	25
Transition to a Sustainable Society	26
Tables	28
The Ecological Footprint and Biocapacity	28
The Living Planet Through Time	36
Living Planet Index: Technical Notes	37
Ecological Footprint: Frequently Asked Questions	38
References and Further Reading	40
Acknowledgements	41



WWF
(also known as World Wildlife Fund in the USA and Canada) is one of the world's largest and most experienced independent conservation organizations, with almost 5 million supporters and a global network active in over 100 countries. WWF's mission is to stop the degradation of the planet's natural environment and to build a future in which humans live in harmony with nature.



ZOOLOGICAL SOCIETY OF LONDON
Founded in 1826, the Zoological Society of London (ZSL) is an international scientific, conservation, and educational organization. Its mission is to achieve and promote the worldwide conservation of animals and their habitats. ZSL runs London Zoo and Whipsnade Wild Animal Park, carries out scientific research in the Institute of Zoology, and is actively involved in field conservation worldwide.



GLOBAL FOOTPRINT NETWORK
promotes a sustainable economy by advancing the Ecological Footprint, a tool that makes sustainability measurable. Together with its partners, the Network coordinates research, develops methodological standards, and provides decision makers with robust resource accounts to help the human economy operate within the Earth's ecological limits.

EDITOR IN CHIEF
Chris Hallis¹

EDITORS

Jonathan Loh^{1,2}
Steven Goldfinger³

LIVING PLANET INDEX
Jonathan Loh^{1,2}

Ben Collen¹

Louise McRae²

Sarah Holbrook²

Rajan Amin²

Mala Ram²

Jonathan E.M. Baillie²

ECOLOGICAL FOOTPRINT
Mathis Wackernagel³

Steven Goldfinger³

Justin Kitzes³

Audrey Peller³

Jonathan Loh^{1,2}

Paul Wermer³

Gary Gibson³

Josh Kearns³

Robert Williams³

Susan Burns³

Brooking Gatewood³

SCENARIOS

Mathis Wackernagel³

Justin Kitzes³

Audrey Peller³

Jonathan Loh^{1,2}

1. WWF INTERNATIONAL
Avenue du Mont-Blanc
CH-1196 Gland
Switzerland
www.panda.org

2. INSTITUTE OF ZOOLOGY
Zoological Society of London
Regent's Park
London NW1 4RY, UK
www.zoo.cam.ac.uk/oz

3. GLOBAL FOOTPRINT NETWORK
1050 Warfield Ave
Oakland, CA 94610, USA
www.footprintnetwork.org

TABLES

Table 2: THE ECOLOGICAL FOOTPRINT AND BIOCAPACITY, 2003

Country/Region	Population (millions)	Ecological Footprint (global hectares per person, in 2003 gha)										Water: withdrawals per person ('000 m ³ /year) ²
		Total Ecological Footprint	Cropland	Grazing land	Forest: timber, pulp, and paper	Forest: fuelwood	Fishing ground	CO ₂ from fossil fuels	Nuclear	Built-up land ¹		
WORLD	6 301.5	2.23	0.49	0.14	0.17	0.06	0.15	1.06	0.08	0.03	0.08	618
High-income countries	955.6	6.4	0.80	0.29	0.71	0.02	0.33	3.58	0.46	0.25	957	
Middle-income countries	3 011.7	1.9	0.47	0.17	0.11	0.05	0.15	0.85	0.03	0.07	562	
Low-income countries	2 303.1	0.8	0.34	0.04	0.02	0.08	0.04	0.21	0.00	0.05	550	
AFRICA	846.8	1.1	0.42	0.09	0.05	0.13	0.05	0.26	0.00	0.05	256	
Algeria	31.8	1.6	0.47	0.10	0.06	0.05	0.02	0.85	0.00	0.04	194	
Angola	13.6	1.0	0.44	0.09	0.13	0.05	0.13	0.18	0.00	0.05	27	
Benin	6.7	0.8	0.57	0.02	0.04	0.00	0.05	0.09	0.00	0.05	20	
Botswana	1.8	1.6	0.30	0.36	0.06	0.07	0.04	0.86	0.00	0.10	110	
Burkina Faso	13.0	1.0	0.58	0.13	0.06	0.09	0.01	0.06	0.00	0.06	63	
Burundi	6.8	0.7	0.31	0.03	0.03	0.24	0.01	0.02	0.00	0.04	44	
Cameroon	16.0	0.8	0.39	0.10	0.02	0.12	0.06	0.08	0.00	0.06	63	
Central African Rep.	3.9	0.9	0.34	0.29	0.02	0.10	0.02	0.03	0.00	0.07	-	
Chad	8.6	1.0	0.49	0.22	0.06	0.15	0.05	0.00	0.00	0.07	28	
Congo	3.7	0.6	0.25	0.03	0.01	0.06	0.13	0.09	0.00	0.05	13	
Congo, Dem. Rep.	52.6	0.6	0.17	0.01	0.03	0.26	0.03	0.02	0.00	0.05	7	
Cote d'Ivoire	16.6	0.7	0.33	0.06	0.04	0.10	0.05	0.11	0.00	0.07	57	
Egypt	71.9	1.4	0.51	0.04	0.04	0.05	0.11	0.51	0.00	0.12	969	
Eritrea	4.1	0.7	0.34	0.09	0.00	0.06	0.05	0.13	0.00	0.04	75	
Ethiopia	70.7	0.6	0.28	0.16	0.03	0.26	0.00	0.05	0.00	0.04	81	
Gabon	1.3	1.4	0.47	0.05	0.35	0.16	0.29	0.00	0.00	0.06	92	
Gambia	1.4	0.67	0.45	0.06	0.06	0.09	0.20	0.26	0.00	0.03	22	
Ghana	20.9	1.0	0.45	0.02	0.03	0.20	0.17	0.04	0.00	0.05	48	
Guinea	8.5	0.9	0.37	0.07	0.05	0.27	0.06	0.06	0.00	0.06	181	
Guinea-Bissau	1.5	0.7	0.32	0.09	0.07	0.06	0.02	0.06	0.00	0.04	121	
Kenya	32.0	0.8	0.23	0.20	0.04	0.13	0.03	0.15	0.00	0.04	50	
Lesotho	1.8	0.8	0.32	0.21	0.00	0.23	0.00	0.01	0.00	0.02	28	
Liberia	3.4	0.7	0.24	0.01	0.00	0.32	0.04	0.01	0.00	0.06	34	
Libya	5.6	3.4	0.54	0.17	0.04	0.02	0.08	2.53	0.00	0.04	784	
Madagascar	17.4	0.7	0.27	0.11	0.01	0.12	0.08	0.07	0.00	0.06	854	
Malawi	12.1	0.6	0.32	0.02	0.03	0.08	0.02	0.04	0.00	0.04	85	
Mali	13.0	0.8	0.40	0.23	0.02	0.08	0.04	0.01	0.00	0.06	519	
Mauritania	2.9	1.3	0.36	0.31	0.00	0.11	0.10	0.32	0.00	0.07	608	
Mauritius	1.2	1.9	0.44	0.07	0.14	0.00	0.28	0.77	0.00	0.17	504	
Morocco	30.6	0.9	0.54	0.00	0.04	0.00	0.06	0.23	0.00	0.00	419	
Mozambique	18.9	0.6	0.28	0.03	0.02	0.16	0.05	0.03	0.00	0.04	34	
Namibia	2.0	1.1	0.36	0.06	0.00	0.00	0.26	0.34	0.00	0.12	153	
Niger	12.0	1.1	0.75	0.11	0.03	0.14	0.00	0.05	0.00	0.03	189	
Nigeria	124.0	1.2	0.64	0.05	0.05	0.10	0.05	0.22	0.00	0.05	66	
Rwanda	8.4	0.7	0.38	0.04	0.04	0.12	0.00	0.03	0.00	0.04	18	
Senegal	10.1	1.2	0.48	0.18	0.07	0.10	0.15	0.13	0.00	0.04	225	

DATA AND TABLES

Biocapacity (global hectares per person, in 2003 gha)											
Total biocapacity ³	Cropland	Grazing land	Forest	Fishing ground	Ecological reserve or deficit (-) (gha/person)	Footprint change per person (%) ⁴ 1975-2003 ⁵	Biocapacity change per person (%) ⁵ 1975-2003 ⁵	Human Development Index, 2003 ⁶	Change in HDI (%) ⁶ 1975-2003 ⁶	Water withdrawals (% of total resources) ⁷	Country/Region
1.78	0.53	0.27	0.78	0.14	-0.45	14	-25	0.74	-	10	WORLD
3.3	1.10	0.19	1.48	0.31	-3.12	40	-14	0.91	-	10	High-income countries
2.1	0.50	0.31	1.05	0.15	0.18	14	-11	0.77	-	5	Middle-income countries
0.7	0.31	0.17	0.12	0.05	-0.09	8	0.59	0.59	-	10	Low-income countries
1.3	0.37	0.51	0.27	0.08	0.24	-2	-42	-	-	4	AFRICA
0.7	0.29	0.35	0.00	0.01	-0.9	51	-45	0.72	43	52	Algeria
3.4	0.24	2.35	0.29	0.44	2.4	35	-51	0.45	-	0	Angola
0.9	0.64	0.06	0.09	0.04	0.1	-7	-1	0.43	42	0	Benin
4.5	0.30	3.04	1.11	0.00	3.0	70	-51	0.57	12	2	Botswana
1.0	0.59	0.23	0.11	0.00	0.0	19	1	0.32	25	6	Burkina Faso
0.6	0.28	0.21	0.06	0.01	-0.1	-28	-44	0.38	33	2	Burundi
1.3	0.59	0.14	0.43	0.07	0.4	-16	-46	0.50	19	0	Cameroon
3.7	0.61	0.71	2.26	0.00	2.8	-5	-38	0.36	35	-	Central African Rep.
2.5	0.48	1.81	0.05	0.05	1.5	6	-45	0.34	27	1	Chad
7.8	0.20	3.88	3.52	0.15	7.2	-34	-54	0.51	13	0	Congo
1.5	0.16	0.36	0.90	0.02	0.9	-19	-52	0.39	-7	0	Congo, Dem. Rep.
2.0	0.74	0.74	0.40	0.03	1.2	-28	-43	0.42	3	1	Côte d'Ivoire
0.5	0.30	0.00	0.00	0.06	-0.9	49	1	0.66	50	117	Egypt
0.5	0.23	0.16	0.11	0.00	-0.2	-17	-53	0.44	-	5	Eritrea
19.2	0.47	4.80	12.16	1.69	17.8	6	-50	0.64	-	5	Ethiopia
0.8	0.33	0.15	0.07	0.25	-0.5	64	-53	0.47	65	0	Gabon
1.3	0.49	0.34	0.35	0.07	0.3	1	-38	0.52	18	2	Gambia
2.8	0.28	1.10	0.97	0.35	1.8	-13	-45	0.47	-	1	Guinea
2.9	0.37	0.43	0.56	1.49	2.2	-17	-52	0.35	36	1	Guinea-Bissau
0.7	0.20	0.35	0.04	0.03	-0.2	-5	-50	0.47	3	5	Kenya
1.1	0.14	0.91	0.00	0.00	0.3	-16	-34	0.50	8	2	Lesotho
3.1	0.20	0.83	1.75	0.27	2.4	-20	-50	-	-	0	Liberia
1.0	0.34	0.27	0.02	0.31	-2.4	13	-43	0.80	-	711	Libya
2.9	0.25	1.16	1.23	0.21	2.2	-19	-49	0.50	24	4	Madagascar
0.5	0.27	0.11	0.03	0.02	-0.1	-33	-39	0.40	3	6	Malawi
1.3	0.43	0.76	0.03	0.04	0.5	-13	-39	0.75	-	7	Mali
5.8	0.17	4.15	0.00	1.37	4.5	31	-44	0.33	45	15	Mauritania
1.2	0.20	0.00	0.01	0.82	-0.7	80	-16	0.48	40	22	Mauritius
0.8	0.40	0.00	0.11	0.27	-0.1	4	-31	0.63	47	43	Morocco
2.1	0.21	1.39	0.40	0.03	1.4	-3	-38	0.38	-	0	Mozambique
4.4	0.60	1.98	0.00	1.74	3.3	26	-48	0.63	-	2	Namibia
1.5	0.80	0.67	0.04	0.01	0.4	-17	-43	0.28	29	6	Niger
0.9	0.53	0.23	0.09	0.03	-0.2	4	-32	0.45	42	3	Nigeria
0.5	0.31	0.09	0.08	0.00	-0.1	-19	-32	0.45	32	2	Rwanda
0.9	0.33	0.26	0.09	0.14	-0.3	-19	-56	0.46	47	6	Senegal

Ecological Footprint (global hectares per person, in 2003 gha)

Country/Region	Population (millions)	Total Ecological Footprint	Cropland	Grazing land	Forest: timber, pulp, and paper	Forest: fuelwood	Fishing ground	CO ₂ from fossil fuels	Nuclear	Built-up land ¹	Water withdrawals per person ('000 m ³ /year) ²
Sierra Leone	5.0	0.7	0.29	0.03	0.02	0.22	0.08	0.04	0.00	0.05	80
Somalia	9.9	0.4	0.01	0.18	0.01	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	347
South Africa, Rep.	45.0	2.3	0.38	0.23	0.12	0.05	0.12	1.35	0.06	0.05	279
Sudan	33.6	1.0	0.44	0.23	0.05	0.10	0.01	0.11	0.00	0.07	1 135
Swaziland	1.1	1.1	0.42	0.25	0.05	0.10	0.03	0.23	0.00	0.06	-
Tanzania, United Rep.	37.0	0.7	0.28	0.11	0.12	0.04	0.04	0.05	0.00	0.07	143
Togo	4.9	0.9	0.41	0.04	0.03	0.23	0.04	0.08	0.00	0.04	35
Tunisia	9.8	1.5	0.61	0.04	0.08	0.04	0.11	0.65	0.00	0.01	271
Uganda	26.8	1.1	0.53	0.05	0.09	0.28	0.04	0.05	0.00	0.05	12
Zambia	10.8	0.6	0.19	0.07	0.05	0.13	0.04	0.09	0.00	0.05	163
Zimbabwe	12.9	0.9	0.28	0.13	0.05	0.13	0.01	0.22	0.00	0.03	328
MIDDLE EAST AND CENTRAL ASIA	346.8	2.2	0.49	0.13	0.07	0.00	0.07	1.35	0.00	0.07	1 147
Afghanistan	23.9	0.1	0.01	0.04	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	1 014
Armenia	3.1	1.1	0.44	0.19	0.02	0.00	0.01	0.39	0.00	0.04	960
Azerbaijan	8.4	1.7	0.44	0.09	0.05	0.00	0.00	1.09	0.00	0.07	2 079
Georgia	5.1	0.8	0.44	0.23	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	697
Iran	68.9	2.4	0.52	0.13	0.04	0.00	0.08	1.52	0.00	0.08	1 071
Iraq	25.2	0.9	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	1 742
Israel	6.4	4.6	0.88	0.12	0.29	0.00	0.37	2.88	0.00	0.07	325
Jordan	5.5	1.8	0.49	0.07	0.08	0.01	0.20	0.82	0.00	0.09	190
Kazakhstan	15.4	4.0	0.82	0.30	0.05	0.00	0.02	2.72	0.00	0.05	2 263
Kuwait	2.5	7.3	0.42	0.05	0.12	0.00	0.19	6.38	0.00	0.18	180
Lebanon	3.7	2.9	0.68	0.07	0.18	0.00	0.00	0.29	0.00	0.10	1 989
Kyrgyzstan	5.1	1.3	0.50	0.34	0.02	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	384
Saudi Arabia	24.2	4.6	0.56	0.18	0.11	0.00	0.15	3.43	0.00	0.20	736
Syria	17.8	1.7	0.54	0.14	0.05	0.00	0.03	0.90	0.00	0.07	1 148
Tajikistan	6.2	0.6	0.26	0.08	0.01	0.00	0.00	0.22	0.00	0.06	1 931
Turkey	71.3	2.1	0.70	0.13	0.15	0.01	0.06	0.88	0.00	0.08	534
Turkmenistan	4.9	3.5	0.74	0.23	0.01	0.00	0.01	2.39	0.00	0.09	5 142
United Arab Emirates	3.0	11.9	1.27	0.12	0.39	0.00	0.97	9.06	0.00	0.07	783
Uzbekistan	26.1	1.8	0.30	0.19	0.02	0.00	0.00	1.25	0.00	0.07	2 270
Yemen	20.0	0.8	0.25	0.12	0.01	0.00	0.09	0.31	0.00	0.05	343
ASIA-PACIFIC	3 489.4	1.3	0.37	0.07	0.07	0.04	0.15	0.57	0.02	0.06	583
Australia	19.7	6.6	1.17	0.87	0.53	0.03	0.28	3.41	0.00	0.28	1 224
Bangladesh	146.7	0.5	0.25	0.00	0.00	0.04	0.07	0.09	0.00	0.05	552
Cambodia	14.1	0.7	0.24	0.10	0.01	0.14	0.14	0.06	0.00	0.04	295
China	1 311.7	1.6	0.40	0.12	0.09	0.03	0.17	0.75	0.01	0.07	484
India	1 065.5	0.8	0.34	0.00	0.02	0.06	0.04	0.26	0.00	0.04	615
Indonesia	219.9	1.1	0.34	0.05	0.05	0.07	0.23	0.00	0.00	0.06	381
Japan	127.7	4.4	0.47	0.09	0.37	0.00	0.52	2.45	0.00	0.07	694
Korea, DPR	22.7	1.4	0.37	0.00	0.05	0.05	0.09	0.84	0.00	0.05	400
Korea, Rep.	47.7	4.1	0.46	0.06	0.35	0.01	0.63	1.96	0.00	0.05	392
Lao PDR	5.7	0.9	0.32	0.13	0.01	0.21	0.08	0.05	0.00	0.10	543

DATA AND TABLES

Biocapacity (global hectares per person, in 2003 gha)											
Total biocapacity ²	Cropland	Grazing land	Forest	Fishing ground	Ecological reserve or deficit (-) (gha/person)	Footprint change per person (%) 1975-2003 ^{3,4}	Biocapacity change per person (%) 1975-2003 ^{3,4}	Human Development Index, 2003 ⁵	Change in HDI (%) 1975-2003 ⁶	Water withdrawals (% of total resources) ⁷	Country/Region
1.1	0.17	0.46	0.10	0.29	0.4	-26	-39	0.30	-	0	Sierra Leone
0.7	0.00	0.63	0.02	0.07	0.3	-38	-54	-	-	22	Somalia
2.0	0.63	0.73	0.52	0.21	-0.3	-13	-23	0.66	0	25	South Africa, Rep.
1.8	0.53	1.07	0.10	0.01	0.8	-6	-44	0.51	47	58	Sudan
1.1	0.25	0.74	0.00	0.00	-0.1	-35	-46	0.50	-6	-	Swaziland
1.3	0.22	0.85	0.11	0.00	0.6	-20	-51	0.42	-	5	Tanzania, United Rep.
0.8	0.50	0.18	0.05	0.01	-0.1	-4	-36	0.51	21	1	Togo
0.8	0.56	0.00	0.02	0.18	-0.8	38	-36	0.75	47	57	Tunisia
0.8	0.47	0.22	0.06	0.04	-0.2	-27	-50	0.61	-	0	Uganda
3.4	0.41	1.99	0.95	0.03	2.8	-30	-48	0.39	-2	2	Zambia
0.8	0.19	0.52	0.03	0.01	-0.1	-12	-54	0.60	-7	21	Zimbabwe
1.0	0.46	0.27	0.11	0.08	-1.2	-19	20	-	-	46	MIDDLE EAST AND CENTRAL ASIA
0.3	0.00	0.27	0.04	0.00	0.2	-45	-32	-	-	36	Afghanistan
0.6	0.27	0.20	0.09	0.00	-0.5	-76	-78	0.76	-	28	Armenia
1.2	0.44	0.25	0.13	0.34	-0.6	-62	-56	0.73	-	57	Azerbaijan
1.2	0.26	0.33	0.58	0.01	0.6	-83	-55	0.73	-	6	Georgia
0.8	0.49	0.13	0.01	0.09	-1.6	62	-35	0.74	30	53	Iran
0.0	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.8	30	-51	-	-	57	Iraq
0.4	0.23	0.01	0.04	0.00	-4.2	35	-45	0.92	15	123	Israel
0.3	0.14	0.02	0.00	0.03	-1.5	0.00	77	0.75	-	115	Jordan
4.1	1.21	2.19	0.30	0.34	0.1	-14	-48	0.76	-	32	Kazakhstan
0.3	0.03	0.01	0.00	0.09	-7.0	44	-28	0.84	11	2 200	Kuwait
1.4	0.52	0.74	0.01	0.00	0.1	-73	-50	0.70	-	49	Kyrgyzstan
0.3	0.21	0.00	0.00	0.01	-2.6	141	-2	0.76	-	31	Lebanon
1.0	0.45	0.15	0.00	0.14	-3.7	203	-22	0.77	28	722	Saudi Arabia
0.8	0.59	0.13	0.00	0.00	-0.9	32	-36	0.72	34	76	Syria
0.5	0.31	0.16	0.01	0.00	-0.1	-86	-80	0.65	-	75	Tajikistan
1.4	0.77	0.12	0.38	0.02	-0.7	10	-39	0.75	28	18	Turkey
3.6	0.72	2.18	0.02	0.54	0.1	-24	29	0.74	-	100	Turkmenistan
0.8	0.14	0.00	0.00	0.62	-11.0	205	-77	0.85	26	1 533	United Arab Emirates
0.8	0.43	0.23	0.00	0.04	-1.1	-60	-72	0.70	-	116	Uzbekistan
0.4	0.11	0.11	0.00	0.12	-0.5	20	-60	0.49	-	162	Yemen
0.7	0.34	0.08	0.17	0.11	-0.6	38	-18	-	-	13	ASIA-PACIFIC
12.4	4.26	1.83	3.34	2.73	5.9	-7	-28	0.96	13	5	Australia
0.3	0.19	0.00	0.00	0.06	-0.2	-1	-20	0.52	51	7	Bangladesh
0.9	0.32	0.12	0.16	0.21	0.1	-7	0	0.57	-	1	Cambodia
0.8	0.34	0.12	0.16	0.09	-0.9	82	-3	0.75	44	22	China
0.4	0.29	0.00	0.02	0.03	-0.4	16	-23	0.60	46	34	India
1.0	0.36	0.07	0.26	0.27	0.0	36	-20	0.70	49	3	Indonesia
0.7	0.13	0.00	0.41	0.13	-3.6	30	-16	0.94	10	21	Japan
0.7	0.24	0.00	0.29	0.09	-0.8	-19	-30	-	-	12	Korea, DPR
0.5	0.13	0.00	0.08	0.27	-3.5	143	-35	0.90	27	27	Korea, Rep.
1.3	0.33	0.21	0.64	0.07	0.4	1	-24	0.55	-	1	Lao PDR

Ecological Footprint (global hectares per person, in 2003 gha)

Country/Region	Population (millions)	Total Ecological Footprint	Cropland	Grazing land	Forest: timber, pulp, and paper	Forest: fuelwood	Fishing ground	CO ₂ from fossil fuels	Nuclear	Built-up land ¹	Water withdrawals per person (1000 m ³ /year) ²
Malaysia	24.4	2.2	0.28	0.05	0.21	0.03	0.58	1.01	0.00	0.09	376
Mongolia	2.6	3.1	1.72	1.72	0.12	0.01	0.00	0.93	0.00	0.05	172
Myanmar	49.5	0.9	0.50	0.02	0.02	0.15	0.09	0.08	0.00	0.08	680
Nepal	25.2	0.7	0.33	0.06	0.04	0.10	0.01	0.09	0.00	0.07	414
New Zealand	3.9	5.9	0.68	1.01	1.30	0.00	1.19	1.60	0.00	0.16	549
Pakistan	153.6	0.6	0.27	0.00	0.02	0.03	0.02	0.21	0.00	0.05	1 130
Papua New Guinea	5.7	2.4	0.05	0.03	0.00	0.19	0.00	1.02	0.00	0.11	13
Philippines	80.0	1.1	0.33	0.03	0.04	0.03	0.35	0.22	0.00	0.05	363
Sri Lanka	19.1	1.0	0.29	0.03	0.02	0.06	0.28	0.27	0.00	0.05	667
Thailand	62.8	1.4	0.30	0.02	0.05	0.05	0.24	0.64	0.00	0.06	1 400
Viet Nam	81.4	0.9	0.32	0.01	0.05	0.05	0.09	0.28	0.00	0.08	889
LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN	535.2	2.0	0.51	0.41	0.17	0.10	0.09	0.59	0.01	0.09	482
Argentina	38.4	2.3	0.60	0.59	0.12	0.02	0.08	0.69	0.04	0.11	769
Bolivia	8.8	1.3	0.38	0.43	0.05	0.05	0.01	0.34	0.00	0.08	166
Brazil	178.5	2.1	0.55	0.60	0.29	0.15	0.06	0.37	0.02	0.10	356
Chile	15.8	2.3	0.48	0.30	0.51	0.16	0.15	0.60	0.00	0.14	804
Colombia	44.2	1.3	0.32	0.31	0.05	0.05	0.42	0.09	0.00	0.09	246
Costa Rica	4.2	2.0	0.43	0.25	0.35	0.17	0.05	0.64	0.00	0.11	555
Cuba	11.3	1.5	0.62	0.11	0.06	0.03	0.05	0.62	0.00	0.05	728
Dominican Rep.	8.7	1.6	0.37	0.19	0.07	0.01	0.34	0.57	0.00	0.05	393
Ecuador	13.0	1.5	0.29	0.34	0.08	0.08	0.09	0.55	0.00	0.06	1 326
El Salvador	6.5	1.4	0.38	0.12	0.11	0.13	0.14	0.46	0.00	0.04	200
Guatemala	12.3	1.3	0.34	0.11	0.04	0.25	0.08	0.40	0.00	0.06	167
Haiti	8.3	0.6	0.32	0.05	0.02	0.05	0.01	0.08	0.00	0.02	120
Honduras	6.9	1.3	0.30	0.17	0.06	0.25	0.01	0.41	0.00	0.07	127
Jamaica	2.7	1.7	0.42	0.07	0.16	0.04	0.59	0.41	0.00	0.04	156
Mexico	103.5	2.6	0.69	0.34	0.12	0.07	0.08	1.18	0.02	0.06	767
Nicaragua	5.5	1.2	0.40	0.11	0.01	0.22	0.09	0.29	0.00	0.07	244
Panama	3.1	1.9	0.44	0.29	0.04	0.08	0.15	0.83	0.00	0.06	268
Paraguay	5.9	1.6	0.60	0.38	0.32	0.20	0.02	0.01	0.00	0.09	85
Peru	27.2	0.9	0.39	0.16	0.04	0.05	0.12	0.00	0.00	0.10	752
Trinidad and Tobago	1.3	3.1	0.42	0.07	0.18	0.01	0.38	2.08	0.00	0.00	239
Uruguay	3.4	1.9	0.43	0.86	0.05	0.09	0.15	0.22	0.00	0.12	929
Venezuela	25.7	2.2	0.35	0.34	0.04	0.03	0.18	1.15	0.00	0.09	-
NORTH AMERICA	325.6	9.4	1.00	0.46	1.20	0.02	0.22	5.50	0.55	0.44	1 630
Canada	31.5	7.6	1.14	0.40	1.14	0.02	0.15	4.08	0.50	0.18	1 470
United States of America	294.0	9.6	0.98	0.46	1.21	0.03	0.23	5.66	0.56	0.47	1 647
EUROPE (EU)	454.4	4.8	0.80	0.21	0.48	0.02	0.27	2.45	0.44	0.16	551
Austria	8.1	4.9	0.79	0.17	0.85	0.08	0.13	2.82	0.00	0.11	260
Belgium/Luxembourg	10.8	5.6	0.91	0.17	0.32	0.01	0.24	2.76	0.86	0.34	836
Czech Rep.	10.2	4.9	0.87	0.15	0.53	0.02	0.17	2.56	0.48	0.13	252
Denmark	5.4	5.8	0.99	0.19	0.90	0.04	0.21	3.17	0.00	0.25	237

Biocapacity (global hectares per person, in 2003 gha)

Total biocapacity ³	Cropland	Grazing land	Forest	Fishing ground	Ecological reserve or deficit (-) (gha/person)	Footprint change per person (%) 1975-2003 ⁴	Biocapacity change per person (%) 1975-2003 ⁴	Human Development Index, 2003 ⁵	Change in HDI (%) 1975-2003 ⁶	Water withdrawals (% of total resources) ⁷	Country/Region
3.7	0.87	0.02	2.32	0.42	1.5	77	-35	0.80	29	2	Malaysia
11.8	0.30	11.04	0.45	0.00	6.7	-12	-46	0.70	-	1	Mongolia
1.3	0.57	0.01	0.46	0.20	0.4	36	-6	0.58	-	3	Myanmar
0.5	0.27	0.05	0.08	0.01	-0.2	9	-19	0.53	78	5	Nepal
14.9	3.34	4.40	6.59	0.45	9.0	28	-9	0.93	10	1	New Zealand
0.3	0.24	0.00	0.02	0.03	-1	-1	-41	0.53	45	76	Pakistan
2.1	0.29	0.05	0.72	0.91	-0.3	88	-41	0.52	23	0	Papua New Guinea
0.6	0.26	0.02	0.11	0.12	-0.5	6	-40	0.76	16	6	Philippines
1.0	0.21	0.02	0.04	0.05	-0.6	43	-20	0.75	24	25	Sri Lanka
1.0	0.57	0.01	0.23	0.13	-0.4	60	-4	0.78	27	21	Thailand
0.8	0.40	0.01	0.14	0.16	-0.1	40	12	0.70	-	6	Viet Nam
5.4	0.70	0.96	3.46	0.21	3.4	21	-30	-	-	2	LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN
5.9	2.28	1.91	1.02	0.53	3.5	-18	-14	0.86	10	4	Argentina
15.0	0.59	2.89	11.48	0.00	13.7	22	-37	0.69	34	0	Bolivia
9.9	0.86	1.19	7.70	0.09	7.8	30	-27	0.79	23	1	Brazil
5.4	0.51	0.49	2.51	1.73	3.0	54	-27	0.85	21	1	Chile
3.5	0.24	1.42	1.83	0.01	2.3	19	-35	0.79	19	1	Colombia
1.5	0.41	0.69	0.24	0.04	-0.5	13	-25	0.84	12	2	Costa Rica
0.9	0.52	0.10	0.15	0.04	-0.7	-2	4	0.82	-	22	Cuba
2.8	0.30	0.25	0.20	0.03	-0.8	60	-36	0.75	21	16	Dominican Rep.
0.2	0.33	0.40	1.15	0.30	0.7	31	-36	0.76	20	4	Ecuador
0.6	0.26	0.14	0.09	0.02	-0.8	73	-27	0.72	22	5	El Salvador
1.3	0.36	0.30	0.53	0.01	0.0	42	-32	0.66	29	2	Guatemala
0.3	0.14	0.04	0.03	0.03	-0.3	-10	-44	0.48	-	7	Haiti
1.8	0.34	0.28	1.01	0.06	0.5	10	-49	0.67	29	1	Honduras
0.5	0.19	0.04	0.04	0.09	-1.3	-2	6	0.74	7	4	Jamaica
1.7	0.50	0.30	0.58	0.24	-0.9	50	-33	0.81	16	17	Mexico
3.5	0.62	1.02	1.74	0.69	2.4	-14	-47	0.69	18	1	Nicaragua
2.5	0.30	0.57	1.50	0.10	0.6	10	-36	0.80	13	1	Panama
5.6	1.24	3.59	0.64	0.02	4.0	-3	-54	0.76	13	0	Paraguay
3.8	0.33	0.55	2.45	0.39	3.0	-11	-34	0.76	19	1	Peru
0.4	0.13	0.01	0.04	0.24	-2.7	43	-24	0.80	7	8	Trinidad and Tobago
6.0	1.01	5.66	0.71	0.52	6.1	-30	5	0.84	11	2	Uruguay
2.4	0.25	0.73	1.28	0.04	0.2	-4	-42	0.77	8	-	Venezuela
5.7	1.87	0.28	2.68	0.43	-3.7	35	-21	-	-	9	NORTH AMERICA
14.5	3.37	0.26	9.70	1.08	6.9	11	-26	0.95	9	2	Canada
4.7	1.71	0.28	1.93	0.36	-4.8	38	-20	0.94	9	16	United States of America
2.2	0.82	0.08	1.02	0.12	-2.6	31	0	0.92	-	14	EUROPE (EU)
3.4	0.66	0.10	2.59	0.00	1.0	46	-3	0.94	11	3	Austria
1.2	0.40	0.04	0.41	-4.4	0.4	38	5	0.95	1	42	Belgium/Luxembourg
2.6	0.92	0.02	1.53	0.01	-2.3	-3	19	0.87	-	20	Czech Rep.
3.5	2.02	0.01	0.45	0.80	-2.2	26	-2	0.94	8	21	Denmark

Ecological Footprint (global hectares per person, in 2003 gha)

Country/Region	Population (millions)	Total Ecological Footprint	Cropland	Grazing land	Forest: timber, pulp, and paper	Forest: fuelwood	Fishing ground	CO ₂ from fossil fuels	Nuclear	Built-up land ¹	Water withdrawals per person (1000 m ³ /year) ²
Estonia	1.3	6.5	0.83	0.47	1.04	0.27	0.19	3.54	0.00	0.19	118
Finland	5.2	7.6	0.83	0.20	2.02	0.15	0.29	3.07	0.93	0.14	476
France	60.1	5.6	0.80	0.33	0.46	0.01	0.33	2.02	1.50	0.17	668
Germany	82.5	4.5	0.73	0.18	0.48	0.01	0.12	2.45	0.41	0.17	571
Greece	11.0	5.0	0.95	0.24	0.29	0.02	0.28	3.17	0.00	0.05	708
Hungary	9.9	3.5	0.78	0.11	0.29	0.05	0.11	1.79	0.24	0.12	770
Ireland	4.0	5.0	0.70	0.33	0.45	0.00	0.24	3.12	0.00	0.12	269
Italy	57.4	4.2	0.71	0.17	0.42	0.02	0.25	2.52	0.00	0.07	772
Latvia	2.3	2.6	0.87	0.91	0.16	0.04	0.10	0.45	0.00	0.06	129
Lithuania	3.4	4.4	1.01	0.36	0.32	0.09	0.49	1.00	1.02	0.16	78
Netherlands	16.1	4.4	0.88	0.23	0.32	0.00	0.30	2.78	0.05	0.13	494
Poland	38.6	3.3	0.83	0.09	0.31	0.02	0.03	1.83	0.00	0.07	419
Portugal	10.1	4.2	0.73	0.24	0.31	0.01	0.91	1.96	0.00	0.04	1 121
Slovakia	5.4	3.2	0.62	0.12	0.23	0.02	0.06	1.39	0.00	0.13	—
Slovenia	2.0	3.4	0.44	0.14	0.58	0.05	0.03	2.10	0.00	0.07	—
Spain	41.1	5.4	1.13	0.11	0.45	0.01	0.71	2.58	0.31	0.05	870
Sweden	8.9	6.1	0.87	0.42	1.58	0.13	0.22	1.06	1.63	0.17	334
United Kingdom	59.5	5.6	0.88	0.30	0.48	0.00	0.25	3.21	0.31	0.38	161
EUROPE (NON-EU)	272.2	3.8	0.74	0.20	0.21	0.05	0.15	2.11	0.22	0.07	583
Albania	3.2	1.4	0.50	0.16	0.08	0.01	0.03	0.58	0.00	0.07	544
Belarus	9.9	3.3	0.91	0.23	0.19	0.02	0.11	1.77	0.00	0.06	281
Bosnia and Herzegovina	4.2	2.3	0.49	0.06	0.06	0.06	0.04	1.27	0.00	0.06	—
Bulgaria	7.9	3.1	0.75	0.09	0.12	0.06	0.01	1.45	0.90	0.13	1 318
Croatia	4.4	2.9	0.69	0.04	0.38	0.04	0.06	1.67	0.00	0.07	—
Macedonia, FYR	2.1	2.3	0.54	0.11	0.16	0.07	0.05	1.31	0.00	0.08	—
Moldova, Rep.	4.3	1.3	0.52	0.07	0.05	0.00	0.05	0.55	0.00	0.04	541
Norway	4.5	5.8	0.86	0.29	0.87	0.06	1.83	1.98	0.00	0.15	485
Romania	22.3	2.4	0.86	0.09	0.17	0.03	0.02	1.05	0.00	0.10	1 035
Russian Federation	143.2	4.4	0.76	0.23	0.24	0.06	0.19	2.64	0.22	0.06	532
Serbia and Montenegro	10.5	2.3	0.61	0.09	0.14	0.04	0.05	1.29	0.00	0.06	—
Switzerland	7.2	5.1	0.52	0.30	0.44	0.03	0.14	2.77	0.79	0.16	358
Ukraine	48.5	3.2	0.72	0.25	0.06	0.03	0.06	1.66	0.36	0.05	767

NOTES

Korea, Rep., Kuwait, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Saudi Arabia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Arab Emirates, United Kingdom, United States of America.

Mauritius, Mexico, Morocco, Namibia, Panama, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Romania, Russian Federation (and USSR in 1975), Serbia and Montenegro, Slovakia, South Africa, Rep., Sri Lanka, Swaziland, Syria, Thailand, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, Uruguay, Venezuela.

World: Total population includes countries not listed in table.

Table includes all countries with populations greater than 1 million, except Bhutan, Oman, and Singapore, for which insufficient data were available to calculate Ecological Footprint and biocapacity figures.

High-income countries: Australia, Austria, Belgium/Luxembourg, Canada, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Israel, Italy, Japan.

Middle-income countries: Albania, Algeria, Angola, Argentina, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bolivia, Bosnia and Herzegovina, Botswana, Brazil, Bulgaria, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Croatia, Cuba, Czech Rep., Dominican Rep., Ecuador, Egypt, El Salvador, Estonia, Gabon, Georgia, Guatemala, Honduras, Hungary, Indonesia, Iran, Iraq, Jamaica, Jordan, Kazakhstan, Latvia, Lebanon, Libya, Lithuania, Macedonia, FYR, Malaysia,

Low-income countries: Afghanistan, Bangladesh, Benin, Burkina Faso, Burundi, Cambodia, Cameroon, Central African Rep., Chad, Congo, Congo, Dem. Rep., Côte d'Ivoire, Eritrea, Ethiopia, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Haiti, India, Kenya, Korea, DPR, Kyrgyzstan, Lao PDR,

DATA AND TABLES

Biocapacity (global hectares per person, in 2003 gha)											
Total biocapacity ³	Cropland	Grazing land	Forest	Fishing ground	Ecological reserve or deficit (-) (ghe/person)	Footprint change per person (%) 1975-2003 ^{4,5}	Biocapacity change per person (%) 1975-2003 ^{4,5}	Human Development Index, 2003 ⁶	Change in HDI (%) 1975-2003 ⁶	Water withdrawals (% of total resources) ⁷	Country/Region
5.7	1.06	0.09	4.23	0.21	-0.7	41	108	0.85	-	1	Estonia
12.0	1.04	0.00	10.88	0.15	4.4	57	-4	0.94	12	2	Finland
3.0	1.42	0.14	1.17	0.10	-2.6	51	-1	0.94	10	20	France
1.7	0.86	0.06	0.83	0.03	-2.8	6	2	0.93	-	31	Germany
1.4	0.90	0.01	0.26	0.24	-3.6	101	-21	0.91	9	10	Greece
2.0	0.96	0.07	0.79	0.01	-1.5	0.01	-22	0.86	11	7	Hungary
4.8	1.45	0.06	0.67	1.59	-0.2	46	-10	0.95	17	2	Ireland
1.0	0.51	0.01	0.37	0.05	-3.1	60	-15	0.93	11	23	Italy
6.5	2.06	0.20	4.21	0.09	4.0	-44	141	0.84	-	1	Latvia
4.2	1.80	0.15	2.10	0.02	-0.2	-3	54	0.85	-	1	Lithuania
0.8	0.32	0.05	0.11	0.17	-3.6	28	0	0.94	9	9	Netherlands
1.8	0.84	0.08	0.85	0.01	-1.4	-24	-20	0.86	-	26	Poland
1.6	0.36	0.06	1.06	0.08	-2.6	73	-3	0.90	15	16	Portugal
2.8	0.65	0.04	1.90	0.00	-0.5	-36	26	0.85	-	-	Slovakia
2.8	0.29	0.06	2.41	0.00	-0.6	40	96	0.90	-	-	Slovenia
1.7	1.07	0.04	0.55	0.04	-3.6	97	-4	0.93	11	32	Spain
9.5	1.11	0.04	8.15	0.12	3.5	16	-2	0.95	10	2	Sweden
1.6	0.54	0.15	0.19	0.36	-4.0	33	6	0.94	11	6	United Kingdom
4.6	0.88	0.25	3.02	0.26	0.8	-11	-12	0.79	-	3	EUROPE (NON-EU)
0.9	0.42	0.12	0.24	0.05	-0.5	0	-18	0.78	-	4	Albania
3.2	0.93	0.32	1.91	0.00	-0.1	-28	18	0.79	-	5	Belarus
1.7	0.34	0.26	1.07	0.00	-0.6	-4	19	0.79	-	-	Bosnia and Herzegovina
2.1	0.79	0.04	1.12	0.04	-1.0	-18	-21	0.81	-	48	Bulgaria
2.6	0.64	0.34	1.26	0.28	-0.3	21	79	0.84	-	-	Croatia
0.9	0.52	0.24	0.07	0.00	-1.4	-5	-38	0.80	-	-	Macedonia, FYR
0.8	0.69	0.07	0.01	0.00	-0.5	-72	-71	0.67	-	20	Moldova, Rep.
6.8	0.57	0.03	4.03	2.00	0.9	37	-3	0.96	11	1	Norway
2.3	0.72	0.01	1.41	0.03	-0.1	-20	-8	0.77	-	11	Romania
6.9	1.15	0.37	4.91	0.40	2.5	-4	150	0.80	-	2	Russian Federation
0.8	0.61	0.09	0.00	0.00	-1.5	-6	-48	-	-	-	Serbia and Montenegro
1.5	0.29	0.17	0.92	0.00	-3.6	39	-9	0.95	8	5	Switzerland
1.7	1.03	0.13	0.47	0.05	-1.5	-30	-37	0.77	-	27	Ukraine

Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Moldova, Rep., Mongolia, Mozambique, Myanmar, Nepal, Nicaragua, Niger, Nigeria, Pakistan, Papua New Guinea, Rwanda, Senegal, Sierra Leone, Somalia, Sudan, Tajikistan, Tanzania, United Rep., Togo, Uganda, Uzbekistan, Viet Nam, Yemen, Zambia, Zimbabwe.

1. Bull-up land includes hydropower.

2. Water withdrawals and resource estimates from FAO, 2004 and Shekmanov, 1999.

3. Biocapacity includes built-up land (see column under Ecological Footprint).

4. Changes from 1975 are calculated based on constant 2003 global hectares.

5. For countries that were formerly part of Ethiopia PDR, the Soviet Union, former Yugoslavia, or Czechoslovakia, 2003 per capita footprints and biocapacity are compared with the per capita footprint and biocapacity of the former unified country.

6. UNDP HDI Statistics: <http://hdr.undp.org/statistics/> (August 2006).

† Increases over 1975 for Belgium and Luxembourg are respectively 12 and 13 per cent.

- = insufficient data.

0 = less than 0.5; 0.0 = less than 0.05; 0.00 = less than 0.005.

Totals may not add up due to rounding.

Table 3: THE LIVING PLANET THROUGH TIME, 1961-2003

Ecological Footprint (billion 2003 global hectares)

Year	Global population (billion, 2003)	Total Ecological Footprint	Ecological Footprint (billion 2003 global hectares)										Total Biocapacity (billion 2003 gha)	Living Planet Index	
			Cropland	Grazing land	Forest	Fishing ground	CO ₂ from fossil fuels	Nuclear	Built-up land	Terrestrial	Marine	Freshwater			
1961	3.08	4.5	1.70	0.39	1.13	0.42	0.00	0.74	0.00	0.15	9.0				
1965	3.33	5.4	1.79	0.41	1.15	0.49	1.41	0.00	0.00	0.16	9.2				
1970	3.69	6.9	1.98	0.44	1.19	0.83	2.49	0.01	0.01	0.19	9.5	1.00	1.00	1.00	
1975	4.07	8.0	1.97	0.49	1.19	0.86	3.41	0.06	0.06	0.22	9.7	1.03	1.00	1.06	
1980	4.43	9.3	2.16	0.50	1.30	0.67	4.24	0.12	0.12	0.26	9.9	0.99	0.97	1.03	
1985	4.83	10.1	2.42	0.55	1.37	0.76	4.44	0.26	0.26	0.32	10.4	0.95	0.86	1.07	
1990	5.26	11.5	2.65	0.65	1.49	0.80	5.15	0.37	0.37	0.37	10.7	0.90	0.83	1.07	
1995	5.67	12.1	2.76	0.77	1.36	0.88	5.50	0.44	0.44	0.40	10.8	0.85	0.82	0.82	
2000	6.07	13.2	2.96	0.85	1.44	0.93	6.10	0.52	0.52	0.46	11.1	0.71	0.71	0.65	
2003	6.30	14.1	3.07	0.91	1.43	0.93	6.71	0.53	0.53	0.48	11.2	0.71	0.69	0.72	

Moderate business-as-usual scenario

2025	7.8	19	3.8	1.3	2.0	1.3	9.3	0.6	0.6	0.5	12			
2050	8.9	23	4.9	1.7	3.0	1.7	10.8	0.6	0.6	0.6	11			

Slow-shift scenario

2025	7.8	16	3.6	1.1	1.9	1.0	7.6	0.7	0.7	0.6	12			
2050	8.9	16	3.7	1.1	2.0	0.8	6.8	0.6	0.6	0.6	13			
2075	9.3	14	3.8	1.1	2.1	0.6	4.6	0.7	0.7	0.6	13			
2100	9.5	12	3.8	1.1	2.2	0.5	3.4	0.7	0.7	0.6	13			

Rapid-reduction scenario

2025	7.8	14	3.5	1.1	2.0	0.8	5.0	0.6	0.6	0.6	12			
2050	8.9	12	3.4	1.0	2.0	0.7	3.4	0.6	0.6	0.5	13			
2075	9.3	11	3.3	1.0	2.1	0.5	2.7	0.6	0.6	0.5	14			
2100	9.5	10	3.5	1.1	2.2	0.5	2.0	0.5	0.5	0.5	14			

Notes: Totals may not add up due to rounding. All time trends reported in constant 2003 global hectares. For more information about scenario projections, see pages 20-25.

Table 4: NUMBERS OF SPECIES CONTRIBUTING TO THE TERRESTRIAL, MARINE, AND FRESHWATER LIVING PLANET INDICES WITHIN EACH VERTEBRATE CLASS

Class	Terrestrial				Marine				Freshwater				Total
	Mammals	Birds	Reptiles	Amphibians	Fish	Amphibians	Reptiles	Fish	Amphibians	Reptiles	Fish	Amphibians	
Terrestrial	171	513	11		107				94				695
Marine	48	112	7		107				94				274
Freshwater	11	153	17		94				69				344
Total	230	778	35		201				201				1 313

Table 5: TRENDS IN THE LIVING PLANET INDICES BETWEEN 1970 AND 2003, WITH 95 PER CENT CONFIDENCE LIMITS

Index	Terrestrial Living Planet Indices			Marine Living Planet Indices			Freshwater Living Planet Indices		
	All species	Temperate	Tropical	All species	Arctic/Atlantic	Southern Pacific	All species	Temperate	Tropical
Per cent change in index	-29	-31	-55	-27	15	2	-28	-31	-26
Upper confidence limit	-16	-14	-34	6	55	19	-1	1	26
Lower confidence limit	-40	-44	-70	-42	-14	-61	-48	-53	-57

1. 1970-1997; 2. 1970-2000

REFERENCES AND FURTHER READING

- Boutaud, A., 2002.** Développement durable: quelques vérités embarrassantes. *Economie et Humanisme* 363: 4-6.
- Diamond, J., 2005.** *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Penguin, New York.
- FAO, 2004.** AQUASTAT Online Database. FAO, Rome. www.fao.org/ag/agi/aquastat/dbase/index.stm.
- Flannery, T., 2005.** *The Weather Makers: The History & Future Impact of Climate Change*. Text Publishing, Melbourne, Australia.
- IUCN/UNEP/WWF, 1991.** *Caring for the Earth: A Strategy for Sustainable Living*. Gland, Switzerland.
- Kitzes, J., Wackernagel, M., Loh, J., Peller, A., Goldfinger, S., Cheng, D., and Tea, K., 2006.** "Shrink and Share: Humanity's Present and Future Ecological Footprint". Accepted for special publication of the *Philosophical Transactions of the Royal Society*.
- Loh, J., Green, R.E., Ricketts, T., Lamoreux, J., Jenkins, M., Kapos, V., and Randers, J., 2005.** The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360: 289-295.
- Mayaux, P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H., Stibig, H.J., and Branthomme, A., 2005.** Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360: 373-384.
- Meyer, A., 2001.** *Contraction & Convergence: The Global Solution to Climate Change*.
- Schumacher Briefings #5 and Global Commons Institute.** Green Books, UK. www.schumacher.org.uk/schumacher_b5_climate_change.htm (accessed July 2006).
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005.** *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M., and Revenga, C., 2005.** Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 405-408.
- Pacala, S. and Socolow, R., 2004.** Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science* 305: 968-972.
- Revenga, C., Campbell, I., Abell, R., de Villiers, P., and Bryer, M., 2005.** Prospects for monitoring freshwater ecosystems toward the 2010 targets. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360: 397-413.
- Schwartz, P. and Randall, D., 2003.** *An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security*. Global Business Network, Oakland, CA. www.gbn.com/ArticleDisplayServlet.srv?aid=26231 (accessed July 2006).
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006.** *Global Biodiversity Outlook 2*. Montreal.
- Shiklomanov, I.A. (ed.), 1999.** *World Water Resources and their Use*. State Hydrological Institute, St. Petersburg and UNESCO, Paris. webworld.unesco.org/water/np/db/shiklomanov.
- Socolow, R., Hotinski, R., Greenblatt, J., and Pacala, S., 2004.** Solving the climate problem: technologies available to curb CO₂ emissions. *Environment* 46(10): 8-19. www.princeton.edu/~cml.
- Wackernagel, M., Montreda, C., Moran, D., Werner, P., Goldfinger, S., Deumling, D., and Murray, M., 2005.** *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method*. Global Footprint Network, Oakland, CA. www.footprintnetwork.org.
- Wackernagel, M., Schulz, B., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Montreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., and Randers, J., 2002.** Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99(4): 9266-9271.
- Wilson, E.O., 2002.** *The Future of Life*. A Knopf, New York.

Additional references can be found at:
www.footprintnetwork.org/2006references

ECOLOGICAL FOOTPRINT OF NATIONS
2005 UPDATE



SUSTAINABILITY INDICATORS PROGRAM



Redefining Progress
1904 Franklin Street
Oakland, California 94612
(510) 444-3041
www.RedefiningProgress.org

Primary Authors and Analysts

Dr. Jason Venetoulis, Research Fellow
Email: jason@TheProgressiveConsultant.com

Dr. John Talberth, Redefining Progress
Email: jtalberth@rprogress.org

ECOLOGICAL FOOTPRINT OF NATIONS

2005 UPDATE

OVERVIEW

Ecological footprints measure a population's demands on nature in a single metric: area of global biocapacity. By comparing humanity's ecological footprint with the Earth's available biological capacity, ecological footprint analysis (EFA) suggests whether or not our use of crop lands, forest lands, pasture lands, fisheries, built space, and energy lands can be sustained. In previous *Footprint of Nations* reports, Redefining Progress (RP) documented that humanity's ecological footprint has breached the limits of environmental sustainability. We revealed that nature has been

"...at present rates of consumption, we would need 1.39 Earths to insure that future generations are at least as well off as we are now."

utilized beyond its capacity to renew and regenerate indefinitely, a finding consistent with an extinction rate estimated to be as great as 1000 times the natural level, a runaway greenhouse effect, widespread degradation of forest and crop land, collapsing fisheries, and increasing scarcity of all natural resources.

The footprint provides an excellent framework for measuring the extent (area) of humanity's use or appropriation of natural resources and services within in the context of sustainability. The originators, and fellow global leaders in the field, have done much in the way of making continuous advances to EFA (Wackernagel et al. 2005). This report presents a new EFA methodology,

Footprint 2.0. Our hope is that Footprint 2.0 contributes the process of improving EFA by adding to the depth of the concept and subtleties to the methodology.

Footprint 2.0 (EF 2.0) was developed by a team of researchers at RP. In summary, EF 2.0 differs from EF 1.0 by: (a) including the entire surface of the Earth in biocapacity estimates; (b) reserving a portion of biocapacity for other species; (c) changing assumptions about carbon sequestration rates; and (d) using net primary productivity (NPP) as the basis for footprint equivalence factors.

Using Footprint 2.0, RP's 2005 edition of *Footprint of Nations* indicates that the situation is significantly worse than what EF 1.0 has shown. For the first time, we have found that footprints associated with crop land, built space, marine and inland fisheries are not sustainable. EF 1.0 shows sustainability on all these accounts. We also found that on a global level, humanity is exceeding its ecological limits by 39%—nearly double the amount of ecological overshoot found in our 2004 report using the old approach. This suggests that at present rates of consumption, we would need 1.39 Earths to insure that future generations are at least as well off as we are now.

At the country level, United Arab Emirates, Kuwait and United States of America exceeded their biological capacities by the most. On a continental basis, Western Europe and North America had the greatest ecological footprints and ran negative ecological balances (footprint—biocapacity) while Africa, Latin America, and other less consumptive regions had relatively smaller footprints and ran positive ecological balances. Footprint 2.0 also appears to be more sensitive to carbon cycle overshoot and increased built space. We found that nations with higher shares of their energy met by fossil fuels and a

more urbanized land base are contributing the most to global ecological deficits.

In addition to introducing the new approach, describing the latest *Footprint of Nations* results using EF 2.0, this report offers some thoughts for future research that may prove fruitful in EFA's ongoing development.

WHAT IS ECOLOGICAL FOOTPRINT ANALYSIS?

Pioneered by William Rees and Mathis Wackernagel in 1996, the ecological footprint approach has become one of the most widely referenced sustainability analysis tools around the globe. Ecological footprint analysis (EFA) is used to calculate the land area needed to sustain human consumption and absorb its ensuing wastes. Comparing the footprint of a given population in a discrete area with the amount of biologically productive space available to that population provides a way to estimate whether or not a population's consumption is sustainable.

When a population's footprint is smaller than available biocapacity it is sustainable. When it is larger, that population is said to be engaging in unsustainable ecological overshoot or running a negative ecological balance. In addition to its heuristic value, the power of EFA lies not in the absolute values it yields, but in its ability to compare resource demands of different populations in a common currency of global productivity (Ferguson, 1999).

To calculate a nation's footprint, we use official statistics tracking consumption and translate that into the amount of biologically productive land and water area required to produce the resources consumed and to assimilate the wastes generated on an annual basis. Because people use resources from all over the world, and affect faraway places with their pollution, the footprint is the sum of these areas wherever they are on the planet. Ecological footprint calculations are based on five assumptions:

1. It is possible to keep track of most of the resources people consume and many of the wastes people generate. Much of that

information can be found in existing official statistics.

2. Most of these resource and waste flows can be converted into the biologically productive area that is required to maintain these flows.
3. These different areas can be expressed in the same unit (hectares or acres) once they are scaled proportionally to their biomass productivity. In other words, each particular acre can be translated to an equivalent area of world-average land productivity.
4. Since each standardized acre represents the same amount of biomass productivity, they can be added up to a total representing humanity's demand.
5. This area for total human demand can be compared with nature's supply of ecological services, since it is also possible to assess the area on the planet that is biologically productive.

Ecological footprints and biocapacity are expressed in "global acres." Each unit corresponds to one acre of biologically productive space with "world average productivity."

THE FOOTPRINT 2.0 APPROACH

Because the footprint embodies a vast amount of information in a single quantitative measure and attempts to operationalize well known concepts of carrying capacity and sustainability, its popularity is burgeoning in academic, government, non-profit, education, and business circles. At its simple best, the footprint has great heuristic value that resonates with people's conception of ecological sustainability.

Beyond the ideal, footprint analysis still has a number of serious shortcomings, such as not including water, toxins, other species, or 2/3 of the Earth, and counting carbon emissions as forest area, when the carbon cycle includes the entire planet. Critiques of EFA's assumptions, methods, and data have been well presented in the literature (van den Bergh and Verbruggen, 1999). These and other independent insights, and

the rising need and demand for accurate sustainability analysis tools provided much of the impetus for development of Footprint 2.0. Though not addressing all the possible shortcomings, we would suggest that the new approach makes several intuitive steps that improve footprint analysis conceptually and methodologically. It is offered here for your consideration and feedback.

Footprint 2.0 was developed by Jason Venetoulis, Christopher Gaudet, Karl Tupper, Dahlia Chazan, and Christen Cutil at RP in 2004/05. An initial draft of proposed changes were reviewed by independent academics before the results herein were tabulated.¹ For a full discussion of the new approach see Venetoulis and Talberth (2006).

In summary, Footprint 2.0: includes the entire surface of the Earth in biocapacity estimates. EF 1.0 only includes about 1/3. Other species have been given thoughtful consideration in the footprint literature (Chambers et al. 2000), yet EF 1.0 does not provide a corresponding algorithm. In contrast, Footprint 2.0 deducts 13.4% of biocapacity for the needs of other species. Footprint 2.0 also incorporates new carbon sequestration model results. Last, but not least, the basis of the EFA equivalence factors are

"EF 1.0 has failed to capture the world's biological diversity crisis, indicating that lands we use to meet our demands for food, fiber, timber, and fish are all managed sustainably..."

changed from potential of land to provide food for humans to the relative net primary productivity.

Net primary productivity (NPP) is the amount of energy left after subtracting the respiration of

primary producers from the total amount of energy that is fixed biologically. NPP provides the basis for maintenance, growth, and reproduction of all consumers and decomposers. NPP is a measure of the "total food resource" available on the planet (Vitousek et al., 1986). Because human beings appropriate NPP to fuel production and consumption activities and because these activities, in turn, affect NPP availability in the future, NPP is particularly relevant in sustainability analyses. In fact, it has been suggested that human appropriation of NPP is "a more explicit measure of the intensity of human pressure on ecosystem use than the ecological footprint, which focuses more explicitly on demand" (UNEP, 2005). Drawing from both, the combination of NPP and footprinting provide the basis for the significant changes represented in EF 2.0. Allow us to elaborate.

EF 1.0 uses potential agricultural productivity as estimated by the Global Agricultural Ecological Zone (GAEZ) suitability indices as a basis for making final biocapacity estimates. GAEZ excludes portions of the Earth where productivity is assumed to be negligible – de facto nil. Footprint 2.0 takes a first step toward including these areas in EFA by adding them to biocapacity estimates. Footprint 2.0 also shifts the basis of biocapacity estimates from agricultural potential to NPP by using NPP as measured by Amthor et al. (1998) as the basis (denominator) for equivalence factors.

Footprint 2.0 estimates the equivalence factors for each biome using the ratio of NPP for major biomes to the global average. FP 2.0's equivalence factors for each biome as well as biocapacity estimates are presented on the following page. We would suggest that using NPP as a basis for equivalence factors has three main advantages over agricultural productivity: (a) all of the Earth's surface can now be included in EFA; (b) NPP better matches the relative ecological values of various terrestrial and aquatic ecosystems (i.e. crop land is now more valuable than built space) and (c) NPP provides a basis for real time mapping of biocapacity through satellite based measurements.

¹ A draft manuscript was presented to outside academic reviewers from Stanford University, Claremont Colleges, University of California, Berkeley, Illinois University, University of Texas, Austin, and Illinois Natural History Survey. Their feedback was given due consideration in the final analysis. The findings have been submitted for peer review consideration in an academic journal.

Footprint 2.0 also attempts to take a first step towards making formal accommodation for other species. As noted elsewhere, EF 1.0 takes an explicit anthropocentric stance. As a consequence, the portion of the Earth's biocapacity needed to sustain the diversity of non-human life is not removed from the realm of sustainable human appropriation. The unintended result is that footprinting has failed to adequately capture the world's biological diversity crisis, indicating that lands we use to meet our demands for food, fiber, timber, and fish are all managed sustainably, while all remaining lands are ignored, suggesting that they have no ecological significance.

As a first, tentative step toward addressing

surface based on global gap analysis. Existing gap studies suggest that if approximately 13.4%

"Footprint 2.0 formally sets aside a portion of the Earth's net primary productivity for needs of non-human species . . ."

of the terrestrial land on Earth were protected, 55% of all species that are significantly threatened with extinction would meet targets for survival (Rodrigues et al., 2003). In regions "with high levels of species richness and

World Biocapacity Estimates for EF 2.0
(All figures in global hectares per capita, 2001 data)

Biome	Area (ha/cap)	Equivalence Factor	Other Species (-13.4%)	Biocapacity (global ha/cap)
Crop land	14.80	2.12	0.22	0.46
Forest land	36.10	3.29	0.54	1.77
Pasture land	29.80	2.42	0.49	1.20
Built space	2.00	0.50	0.04	0.02
Less productive land	66.10	1.04	0.75	0.78
Marine and inland fisheries	21.30	2.67	0.33	0.87
Open ocean	343.60	0.48	4.85	2.34
Energy land	8.27	n/a	n/a	8.27
Average	-	2.00	-	-
Total	16.60	-	7.21	15.71

this concern, Footprint 2.0 formally sets aside a portion of the planet's biocapacity (NPP) for needs of non-human species and, more broadly, non-human ecosystem functions. While there are a number of techniques—some involving high resolution satellite mapping—available for estimating the location and amount NPP that should be reserved for other species, our second change takes an easier route and simply removes from biocapacity a fixed amount of the Earth's

endemism...larger percentages of their territory [require protection]" (Ibid.).

We use the gap estimate as a starting point and deduct 13.4% of each EFA biome from biocapacity. We would suggest that this is a conservative estimate of the amount of aquatic and terrestrial space actually needed to ensure the wellbeing of present and future generations of all life. Nonetheless, it is an adjustment that

recognizes the critical importance of providing space for other species within the EFA framework.

The final change, incorporated in the new footprint approach, concerns the largest portion, and only unsustainable factor reported by EF 1.0 – energy.

For every ton of carbon emitted, EF 1.0 apportions a 1.05 hectare footprint based on the carbon uptake potential of relatively young forests in 1980 and 1990. On the biocapacity side of the footprint equation, no energy land is presented in final accounts. As such, EF 1.0 fails to acknowledge the role that the most of the Earth plays in the carbon cycle. Footprint 2.0 offers changes that we hope can begin address these concerns.

According to global carbon models, the total combined carbon sequestration of Earth is estimated to be 3.0 gigatons of carbon (Gt C) annually with oceans sequestering an estimated 2.3 Gt C (IPCC, 2004). Net terrestrial uptake is estimated to be 0.7 Gt C annually. Terrestrial uptake potential is actually higher, but land use changes (e.g. deforestation) have decreased this potential. Of the Earth's 51 billion hectares,

oceans cover about 36.7 billion and land covers 14.4. The footprint per tonne of carbon estimate used in Footprint 2.0 is the weighted average of net sequestration potential of the land and sea or 0.06 tonnes of carbon per hectare per year.

“Footprint 2.0 adds 8.27 hectares to the final global biocapacity estimates by including the entire earth in energy footprint calculations and increases the footprint per unit of energy.”

The result is that Footprint 2.0 adds 8.27 hectares to the final global biocapacity estimates by including the entire earth in energy footprint calculations and increases the footprint per unit of energy. For every

tonne of carbon emitted EF 2.0 assigns a footprint of 16.65 hectares. EF 1.0 reports 1.05 t/ha/yr footprint and no biocapacity. An extended discussion of the changes is presented in Venetoulis and Talberth (2006).

THE RESULTS: FOOTPRINT 1.0 AND 2.0\

The combined changes to the standard footprint approach discussed in the previous section affect biocapacity estimates, size of the footprint, and, for the first time, show a footprint that exceeds biocapacity in other categories besides energy. The table below summarizes our results and provides a comparison with EF 1.0.

Global Footprint Accounts: EF 1.0 and EF 2.0
(All figures in global hectares per capita, 2001 data)

Biome	Biocapacity		Footprint		Ecological Balance	
	EF 2.0	EF 1.0	EF 2.0	EF 1.0	EF 2.0	EF 2.0
Crop land	0.461	0.527	0.521	0.527	-0.060	0.000
Forest land	1.775	0.833	0.464	0.189	1.311	0.644
Pasture land	1.197	0.267	0.470	0.091	0.726	0.176
Built space	0.020	0.100	0.046	0.100	-0.026	0.000
Less Productive Land	0.779	-	0.000	-	0.779	-
Marine and inland fisheries	0.873	0.132	1.045	0.138	-0.173	-0.006
Open ocean	2.337	-	0.000	-	2.337	-
Energy land	8.265	-	19.357	1.142	-11.092	-1.142
Total	15.707	1.859	21.903	2.187	-6.197	-0.328

Biocapacity estimates rise from about 1.9 global hectares (gha) per capita under EF 1.0 to 15.71 gha under EF 2.0. As compared with EF 2.0, energy land is the greatest addition (8.27 gha per capita) since EF 1.0 assigns no biocapacity to this function. EF 2.0 also adds 3.11 gha per capita to biocapacity for less productive lands

"This is the first time global footprint analysis has been able to capture unsustainable use of crop land, built space, and marine and inland fisheries."

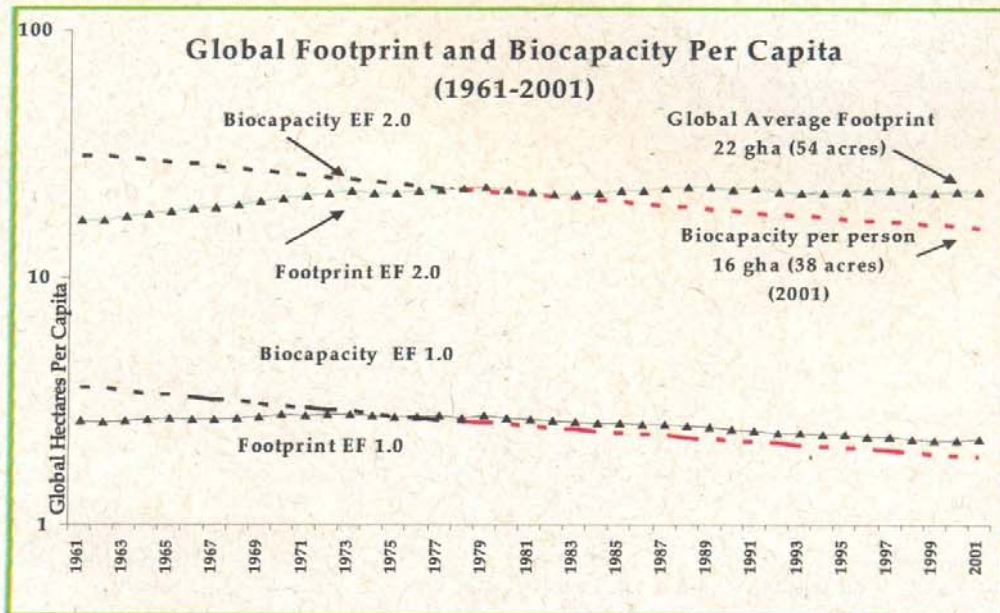
and open oceans where EF 1.0 assigns none. Footprint 2.0 increases the size of the average ecological footprint, as well as the share attributable to each biome. EF 2.0 indicates a footprint of nearly 22 gha per person – over 10 times the footprint size calculated by EF 1.0. EF 2.0 also has significantly larger footprints associated with forest land, pasture land, and marine and inland fisheries. The new equivalence factors explain most of this difference. Conversely, EF 2.0 shows a smaller built space

footprint because built space is relatively less productive based on NPP estimates.

Both approaches show a negative ecological balance, or overshoot. EF 2.0: -6.20 gha per capita; EF 1.0: -0.33. On a per planet basis, if you will, EF 1.0 shows a footprint of 1.18 planets. That is, humanity's ecological footprint would require biocapacity the size of another planet that is 18% the size of Earth (at average biocapacity levels) to be sustainable. EF 2.0 shows a footprint of 1.39 planets, a 21% increase over EF 1.0.

While the global footprint accounts are dominated by energy, EF 2.0 also reveals ecological overshoot for crop land, built space, and marine and inland fisheries.

This is the first time global footprint analysis has been able to capture unsustainable use of these biomes. Fisheries in past EFA studies have been reported to be at the maximum, but sustainable, i.e. fish footprint equaled 0.14 gha/capita as does biocapacity associated with fisheries. EF 2.0 shows the footprint associated with fisheries at 1.04 gha/capita in 2001, which is about 16% larger than the sustainable rate. This appears to better correspond with research in the field (Pauly et al., 2001). Built space and crop land are also reported in deficit using Footprint 2.0, where EF 1.0 show sustainability.



While these changes may mark improvements in EFA, we still see the need for improvement in the use of sustainability criteria in EF 2.0. For example, both approaches do not fully capture precipitous declines in the world's forests over the last 100 years. And because EF 2.0 has not yet assigned a footprint to open oceans and less productive lands, our use of these biomes also appears to be within ecological limits. The differences between approaches are still worth further consideration in that they may represent the best measure, to date, of our ecological footprint.

On a per capita basis, and as illustrated by the chart on the previous page, EF 2.0 and EF 1.0 footprints diverge to a considerable extent. With EF 1.0, there is a rise in the footprint (from 2.61 to 2.79) between 1961 and 1973, then a fairly steady decline through 2001 (from 2.79 to 2.19). This could be due to several factors, including rising population or increases in yield factors. EF 2.0 shows per capita footprint increasing over the first twenty years and then becoming fairly stable within the range of 21 to 23 gha per capita thereafter. In the final tally, Footprint 2.0 shows humanity overshoot sustainable biocapacity levels by about 8 global hectares per capita. Overshoot of renewable biocapacity suggests a draw down in natural capital to fill the gap. In the ensuing years, this means that there could be less natural capital (to provide renewable biocapacity services) for more people without changes in policy, markets, consumption patterns, and technology.

In terms of global totals, both EF 1.0 and EF 2.0, show similar results in biocapacity through the period. Global ecological footprints have risen steadily under both approaches, but more steeply under EF 2.0. Ecological overshoot began in the late 1970s. Thereafter, overshoot has increased to about 18% with EF 1.0 and 39% with EF 2.0

Footprint 2.0 also appears to be more sensitive to carbon emissions overshoot and levels of built space. We found that those nations with higher shares of their energy met by fossil fuels and a

more urbanized land base are contributing the most to global ecological deficits. Nations with more modest consumption, on the other hand and greater shares of their land base in forests, pasture, crop land, or fisheries tended to have smaller overall footprints with a higher percentage dedicated to food.

EF 2.0 footprint and biocapacity accounts for 138 nations and six regions are shown in Appendix 1. In general, under EF 2.0, nations that use relatively less fossil fuel energy, have larger land masses, and have greater shares of their biological capacity in pasture, forest, or marine and inland fisheries have smaller footprints and are more likely to run positive ecological balances and those with relatively higher fossil fuel use and greater shares of biological capacity devoted to built space are more likely to have larger footprints and run negative ecological balances. This is because EF 2.0 appears to be sensitive to the footprint associated with carbon emissions, puts greater emphasis on the ecological value of pasture land, forest land, and marine and inland fisheries and deemphasizes the ecological value of built space.

African, Asian-Pacific, Latin American, and Caribbean regions tend to fall into the former group and, as a whole, run positive ecological balances, as show in the Appendix. In these regions, the footprint is smaller than biocapacity, indicating that resource use may be sustainable. In contrast, nations in the Middle Eastern, Central

Asian, North American, and European regions tend to fall into the latter group and, as a whole, run negative ecological balances. Here, footprints are generally larger than biocapacity indicating that resource use has overstepped ecological limits.

The five nations with the largest per capita ecological deficits (negative ecological balances) are the United Arab Emirates (-213), Kuwait (-146), the United States (-89), Belgium & Luxembourg (-62) and Netherlands (-56). Nations with the largest per capita ecological surpluses (positive ecological balances) are

“Footprint 2.0 shows that humanity overshoot sustainable biocapacity levels by about 6 global hectares (13 acres) in 2001 . . . “

Mongolia (163), Namibia (97), Gabon (96), Mauritania (68) and Papua New Guinea (65).

As was noted in the 2004 *Footprint of Nations* report, wealthier nations tend to run negative ecological balances, largely because of the high degree of correlation between affluence (expenditures) and fossil fuel consumption. In regions with more modest energy consumption, on the other hand, a higher percentage of their footprint is associated with food. The figures in Appendix 2 illustrate this fact. In the Asia Pacific, African, Latin American, and Caribbean regions, the energy footprint is 80% or less, while in Europe, North America, the Middle East, Europe and Central Asia the energy footprint share is 90% or greater.

Differences between regions are also revealed by comparing the breakdown of the footprint, excluding energy. In Central Europe the footprint associated with crop land is the largest of all categories, while in the rest of Europe fisheries appears to be taking up the largest percentage. In North America and Latin America, the extraction of forests makes up the largest footprint category.

Wealthier countries (despite technological advantages), were found to have larger footprints on a per capita basis as compared to their fellow global citizens that consume less. For example, footprints per capita in Africa in 2001 were 7 ½ gha (18.5 acres). In North America the average was 95 gha (234 acres). In the UAE the average footprint was 235 gha (578 acres). The amount of biocapacity available per person on a sustainable basis globally estimated with EF 2.0 is about 16 gha (30 acres).

FUTURE REFINEMENTS TO ECOLOGICAL FOOTPRINT ANALYSIS

The footprint provides an excellent framework for measuring the extent (area) of humanity's appropriation of natural resources and services within the context of sustainability. Since its inception, there has been continuous valuable advances in footprinting (Wackernagel et al. 2005). Our hope is that Footprint 2.0 adds to the concept and methodology on its way to becoming a genuine, scientifically robust, sustainability research tool.

While not yet having the opportunity to consider unforeseen problems with EF 2.0, we would suggest that the most important improvements in EFA still needed are: 1) establishing and incorporating sustainable thresholds; 2) refining the technique to better account for other species and land not included; and 3) developing a theoretical basis and methodology for dealing with water, other climate changing gases, and toxins. These are discussed at length in Venetoulis and Talberth (2006).

Additional refinements to EFA now being explored by RP include calculating the footprint of additional greenhouse gases, addressing the effects of environmental toxins, modeling the footprint of water consumption, and establishing sustainability criteria for fisheries, forests, and water.

While carbon dioxide makes up the largest share of climate changing gasses from anthropogenic sources, analyses that link methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), and fully fluorinated compounds (PFCs, HFCs and SF₆) to appropriation of biocapacity would represent a significant step forward in making EFA more comprehensive and meaningful with respect to the effects of climate change.

At first glance, it appears very difficult, if not impossible, to convert the impacts associated with uranium, lead, arsenic, mercury, and other toxics into an area-based measure such as footprint. Footprinting is, after all, a quantitative indicator, not qualitative. Still, the relationship between concentrations of these toxins in a biome and its NPP may shed light on techniques to expand the scope of EFA to address these critical environmental concerns. Likewise, developing a defensible footprint for water consumption that captures aquifer depletion, loss of ecologically sustainable in-stream flows and degradation of water quality would represent a significant improvement in accounting for vital ecosystem services performed by lakes, rivers, streams, and underground water reserves. RP is seeking support and partners to continue to refine EFA to address these critical issues over the next year, in anticipation of its *Footprint of Nations 2006* report.

REFERENCES

- Amthor, J.S. (team leader): 1998, Terrestrial Ecosystem Responses to Global Change: A Research Strategy, *ORNL Technical Memorandum 1998/27*, Ecosystems Working Group of the Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- Chambers, N., Simmons, C., and M. Wackernagel: 2000, *Sharing Nature's Interest: Using Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*. Earthscan, UK.
- Ferguson, Andrew R.B.: 1999, 'The logical foundations of ecological footprints,' *Environment, Development, and Sustainability* 1, 149-156, 1999.
- Ferng, Jiun-Jiun: 2005, 'Local sustainable yield and embodied resources in ecological footprint analysis-a case study on the required paddy in Taiwan,' *Ecological Economics* 53, 415-430.
- Haberl, H. et al.: 2004, 'Human appropriation of net primary production and species diversity in agricultural landscapes,' *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 102(2), 113-118.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): 2004, 'Inter-annual and decadal variability of atmospheric CO₂ concentrations', in *The Special Report on Land Use, Land-Use Change, and Forestry*, http://www.grida.no/climate/ipcc/land_use/02_0.htm#table1-2.
- Lélé, Sharachandra and Norgaard, R.B.: 2005, 'Practicing interdisciplinarity,' *Bioscience* 55(11), 967-975.
- Pauly, D., and Watson, R.: 2001, 'Systematic distortions in world fisheries catch trends,' *Nature* 414, 534-536.
- Rodrigues, et al.: 2003, 'Global Gap Analysis: towards a representative network of protected areas,' *Advances in Applied Biodiversity Science* 5, 73-74.
- van den Bergh, J.C.J.M. and Verbruggen, H.: 1999, 'Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint,' *Ecological Economics* 29(1), 61-72.
- United Nations Environmental Program (UNEP), *Convention on Biological Diversity: 2005, Indicators for Assessing Progress Towards the 2010 Target: Ecological Footprint and Related Concepts*.
- Venetoulis, Jason and Talberth, John.: 2006, 'Net Primary Productivity as the Basis for Ecological Footprint Analysis,' submitted, Jan. 2006.
- Vitousek, P.M., Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H., and Matson, P.A.: 1986, 'Human appropriation of the products of photosynthesis,' *Bioscience* 36, 368-373.
- Rees, W. and Wackernagel, M.: 1996. *Our Ecological Footprint*. New Society Publishers, Gabriola Island.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., and Murray, M.: 2005, *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method*, Global Footprint Network, Oakland, California.
- Wright, D.H.: 1990, 'Human impacts on the energy flow through natural ecosystems and implications for species endangerment,' *Ambio: A Journal of the Human Environment* 19, 189-194.